App. mil.
96

R

app Mil 96.

Morogues

R

Versuch aus den Zentralkräften die Wirkungen des Schießpulvers zu bestimmen,

woraus zugleich eine zur Verbesserung der verschiedenen Mündungen des Schießgewöhrs dienliche Theorie hergeleitet wird

von

Herrn Bigot von Morogues,

Artillerie-Officier bey dem Seewesen.

Aus dem Französischen übersetzt.

Nürnberg,

zu finden bey Johann Joseph Fleischmann. 1766.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inhalt.

Man hat das Pulver annoch wenig untersuchet und ausgeforschet pag. 3

Beständige Veränderung derer Figuren und Verhältnüssen derer Stücke 5

Die Minirer seynd derer Wirkungen des Pulvers halben auch nicht einig 6

Die Grunderkänntnis des Pulvers hat an denen Geschütz-Erfindungen wenig Antheil 6

Inhalt.

Eine durch die Theorie aufgeklärte Practik kan es so weit bringen, das Geschütz in gehörige Vollkommenheit zu versetzen 8

Grundriß von demjenigen, was in der Folge dieser Schrifft bewiesen worden 9

Die Lufft ist zu der Wirkung des Pulvers unentbehrlich 23

Wie und auf was Art das entzündete Pulver in Betrachtung zu ziehen. Es formiret Wirbel 27

Diese Formation oder Anordnung ist ganz einfältig und natürlich 29

Man kan diese kleinen Wirbel als kugelförmige Wirbel ansehen 30

Vis centrifuga oder Schleuderkrafft derer Wirbel 32

Central-Krafft 34

Noth-

Nothwendiges Gleichgewicht 37

Allgemeine Ausdruckung derer Wirkungen des Pulvers, in welcher schlechterdings nur bekandte Grössen, zusamt dem Quadrate derer Geschwindigten derer im Wirbel beweglichen Cörperlein gebrauchet werden 40

Die Hitze vermehret die Gewalt derer Flüssigkeiten 42

Die Krafft oder Gewalt eines elastischen flüssigen Wesens muß durch dessen eigentliche Dichte und Hitze ermessen werden 45

Die kugelförmigen und cylindrischen Kamer-Flächen leisten den grösten Widerstand 56

Das Pulver entzündet sich kugelförmig 60

Gleichförmige Geschwindigkeit der Entzündung bey Lauf-Feuer, da das Pulver allenthalben gleich breit gestreuet worden ist 63

Die Geschwindigkeit in denen Lauf-Feuern ist ungleich, wenn sie ungleich dick sind 64

Nach welcher Verhältnis die Gewalt des Pulvers in gleichen Zeiten zunimmt 65

Die Dicke oder Metall-Stärke derer Stucke 67

Der Vortheil derer kugelförmigen Kammern 68

Bey denen Canonen sind sie gefährlich 69

Total- oder gesammte Wirkung in der Kugel, wovon der Zerreiß, oder Zersprengungs-Nachdruck abhanget 69

Die Zersprengungs-Gewalt in der Kugel 73

Experimente die Gewalt des Pulvers auf Gewichte oder Pfund-Mase zu reduciren 74

Wie dick das Metall bey einer kugelförmigen Kammer seyn muß 78

Was man für Vortheile davon haben kan, in Ansehung derer Bomben, wenn ihre gehörige Metall-Stärke determinirt wird 81

Von denen cylinderförmigen Kammern 82

Wie stark die Gewalt oder der Nachdruck ist, der sie zersprenget 82

Zersprengungs-Nachdruck 87

Die Metall-Stärke derer Stücke am Boden-Stücke 91

Experiment, die rechte eigentliche Metall-dicke zu determiniren 93

Anmerkungen, die Metalldicke des Mundstücks zu determiniren 96

Ver.

Versuche von denen Schuß-Weiten 98

Bey allen und jeden Directionen oder Richtungen, und bey gleichen Pulverladungen ist die gleichförmige Geschwindigkeit der Kugeln gleichfalls einerley 99

Die krumme Linie, welche ein geworfener Cörper beschreibet, ist eine Parabel 105

Falscher Begriff von denen Schuß-Weiten 106

Projections- oder Wurfs-Linie 107

Die höchste Wurfs-Höhe ist gleich dem vierdten Theil der Abfalls-Linie 108

Was für Zeiten im Steigen und Fallen angewendt werden 109

Gleichförmige Geschwindigkeit der Kugel 109

Wie man durch die Gewalt der Kugel dahin gelangen kan, die Verhältniß derer ent-

entzündten Pulver-Ladungen bey jedem Caliber zu erfahren 110

Die Entzündung geschiehet in denen Canonen von grossen Caliber, geschwinder, als in denen Canonen von kleinen Caliber 115

Zu determiniren, wie lang ein Stück in Ansehung einer gewissen Pulver-Ladung seyn muß 118

Die Prob-Schüsse und Versuche des Monf. du Mets zeigen auf keine Weise, ob die Stucke ihre recht gehörige Länge haben 120

Die Länge derer Stücke kan aus andern Stücken ihrer Länge nicht determinirt werden 121

Die Methode, die Länge derer Stücke aus ihren Pulver-Ladungen zu determiniren, ist sehr übel 127

Die bequeme Behandlung des Stücks muß, was dessen eigentliche Länge anbetrifft, gleichsam das End-Urtheil sprechen, hernach muß man erst dessen gehörige Ladung untersuchen oder ausforschen 128

Wie und auf was Art die Metalldicke am Mundstück zu erfahren 129
Wie die Metalldicke durchs ganze Stück hindurch zu determiniren 132
Wie derjenige Nachdruck beschaffen, der das Stück zur Krümmung und Biegung an- treibet 134
Wie dieser Mangel zu verbessern 136
Den Mittelpunct der Schwehre des Mund- stucks zu finden 140
Den Mittelpunct derer Widerstände zu finden 143
Die auf Gewichte reducirten Wiederstän- de 152

Versuch,

Die Centralkräfte, auf die Würkungen des Schießpulvers anzuwenden.

Woraus zugleich auch eine schickliche Grundlehre oder Theorie hergeleitet wird, die mancherley Arten Schießgewehre, in ihre möglichste Vollkommenheit zu versetzen.

Die Meynungen seynd gar nicht verschieden, in denen Wissenschaften, deren Gründe klar und deutlich sind. Man ziehet aus diesen Gründen richtige Folgerungen, welche vermöge eines kettenförmigen Zusammenhangs und einer nothwendigen Uebereinstimmung, ganz sicher und zuverläßig auf dasjenige leiten, was das geheimste und verborgenste ist. — Die

Geometrie hat diese Vortheile. Es finden sich bey ihr gar keine verschiedentlichen Lehrgebäude. Sie leidet nichts, als klare Begriffe, die man nicht wiederrufen kan.

Mit der Naturlehre oder Physik hat es eine ganz andere Beschaffenheit. Sie führet eine Dunkelheit mit sich, die ihren Ursprung daher hat, daß wir so wenig in deme unterwiesen seynd, wie und auf was Art die Natur würket. Da aber inzwischen die Natur dannoch beständig gleichförmig verfähret, und alle Wunder, die in unsere Augen fallen, und unsern Verstand in Erstaunen setzen, nichts als Früchte und nothwendige Folgen eines einigen einfältigen und einfachen Grundverfahrens seynd; So dürfen wir die Hofnung nicht sinken lassen, zu der Erkänntniß dieses Grundverfahrens zu gelangen. Denn, wenn es auch würklich wahr seyn sollte, daß die Natur, gewisse Gesetze vor uns heimlich hielte; So lässet sie uns doch wenigstens die Freyheit übrig, Versuche und Experimente zu unternehmen, solche mit einander in Vergleichung zu stellen, sie völlig aus einander zu setzen, und durch dieselben, solchergestalt endlich bis auf die ersten Gesetze hinauf zu steigen: Worbey wir dann sorgfältig zu beobachten haben, daß unsere Reden hierbey allezeit, nach derer Geometrieverständigen Art und Weise, eingerichtet werden müssen: Ja! auch noch dieses wohl zu beden-

ken haben, daß richtig gesetzte Reden, und sichere Versuche, einander niemahlen widersprechen. — Einer solchen Methode haben wir einig und allein das erstaunliche Steigen derer Wissenschaften in diesen letztern Zeiten zu danken: Und dieser glückliche Fortgang, soll unsere Kräfte um so viel mehr ermuntern, auf gleiche Art auch diejenigen Materien zu untersuchen, die noch nicht von Grund aus abgehandelt worden.

Man hat das Pulver annoch wenig untersuchet und ausgeforschet.

Unter allen Materien, die man wohl untersuchet hat, ist das Schießpulver eine von denenjenigen, die man am allerwenigsten erforschet hat: Und dannoch findet sich fast kein einiger Naturkündiger, der nicht davon geredet haben sollte, aber allezeit nicht anders, als gleichsam im Vorbeygehen, und ausgenommen, eine Erinnerungsschrift (Memoire) von dem Monſ. de Belidor, der einen ganz andern Weg verfolget, als der meinige ist, den ich mir hier in dieser Schrift zu wandeln vorgesetzet. Er hat von alle deme, was er saget, nichts an denen Schießgewehren, anzuwenden gesuchet. Und ich weiß keinen einigen, der umständlich genug dasjenige angezeiget hätte, was zu der Vollkommenheit unserer Kriegsmaschinen erforderlich seyn möchte. Es scheinet allerdings,

als habe man das Pulver einzig und allein denen Kriegsleuten überlassen. Ist also dahero sich gar nicht zu verwundern, daß man es bis anhero noch so wenig untersuchet hat. Die Unordnung und die zerstreuete Gemüthsverfassung beym würklichen Gebrauch derer Waffen, verträget sich gar zu wenig, mit demjenigen Erforschungsgeiste, den eine so weit um sich greifende Materie erfordert. Nichts als dem allbereit schon so oftmaligen unglückseligen und betrübten Gebrauch des Pulvers, hat man also diejenige Vollkommenheit zu danken, auf welche der Angrif und die Vertheidigung derer Plätze und Vestungen in unsern Tagen gestiegen. Ich zweifelte aber gar nicht, daß man nicht noch viel weiter gelangen könnte, wenn man in diesem Stücke, wie sich solches dann auch gar wohl thun ließe, eben solche Untersuchungen anstellete, wie man bey andern Umständen allbereit gethan hat.

So wenig annoch bis anhero die Eigenschaften des entzündeten Pulvers bey denen Gelehrten der Gegenstand ihres Nachdenkens gewesen: Eben so wenig Zeit haben sie auch darauf verwendet, die Schießgewehre von Grund aus kennen zu lernen, und sie vollkommener zu machen. Sie haben bey denen Annehmlichkeiten des Friedens und bey der ruhigen Gemüthsverfassung zu Hause in ihren Cabinetern gar leicht eine Sache in Vergessenheit stellen können,

die

die ihnen nichts als traurige und betrübte Bilder entgegen gestellet. Und die Uebel mit denen der Krieg verbunden ist, haben sie wohl gar auf die Gedanken bringen können, als kämen unsere Maschinen unserm Vorhaben nur mehr als zu wohl zu statten. Allein, wir haben durch ihren Gebrauch ihre Fehler und Mängel gar wohl einsehen lernen: Und die Nothwendigkeit, sie zu verbessern, hat Anlaß gegeben, daß fast täglich neue Muster und Modell von Stucken zum Vorschein gekommen. Die mehresten sind verworfen worden; Indessen haben sie uns zu eben der Zeit, da man sich durch dieselben betrogen gefunden, dannoch darzu gedienet, diejenigen, so man beybehalten, desto vollkommener herzustellen.

Beständige Veränderung derer Figuren und Verhältnisse derer Stucke.

Ich glaube die Practik ist so hoch gestiegen, als sie nur hat steigen können, und daß das beste vorjetzo von der Beyhülfe der Theorie abhanget, die indessen dennoch beständig mit denen Versuchen und Proben verknüpfet bleiben muß. Und in Wahrheit, was vermöchte auch wohl die Practik vor sich alleine? Nichts giebt besser zu erkennen, wie blind sie ist, und wie wenig sie annoch zu der Erkänntniß des Pulvers beygetragen, als alle die so verschiedentlichen Figuren, die man denen Kammern der Stucke und Mörsern gegeben, und die Verhältnisse ihrer Längen,

gen, die so oftmalen verändert worden. Man darf nur die Artillerieschriften des Herrn von S. Remy aufschlagen, oder die Land- und See-Zeughäuser durchgehen; so wird man von der Unwissenheit, Ungewißheit und Blindheit genugsam überzeuget werden, die noch beständig darinnen geherrschet hat, was nemlich die Gewalt des Pulvers anbelanget, und wie und auf was Art es würket.

Die Minirer seynd derer Würkungen des Pulvers halben, auch nicht einig.

Unter denen Minirern zanket man noch heutiges Tages über dessen Würkungen, und giebt die Aufgabe auf, ob ein außerordentlich überladener Minenofen, nicht eher einen Trichter oder Entonnoir formiren möchte, der einem gegrabenen Brunnen ähnlich, oder, ob er, des Vorurtheils ohngeachtet, nicht einen solchen machen könnte, dessen Diameter die Linie des schwächsten Widerstandes doppelt genommen, um ein großes überträfe. Die gesunde Vernunft will es so, die Theorie zeiget es so, die Erfahrung bekräftiget es so, und gleichwohlen hat die gegenseitige Meynung, gleichfalls ihre Anhänger und Vertheidiger.

Die Grunderkänntniß des Pulvers hat an denen neuen Geschützerfindungen wenig Antheil gehabt.

Jedermann ist darauf verfallen, neue Erfindungen vorzutragen, an denen allen dennoch eine

eine lebhafte Einbildungskraft, und der perſönli-
che Vortheil, den man ſich von einer Entdeckung
verſpricht, allezeit mehr Antheil gehabt, als
der rechte Verſtand der Sache. Deshalben
hat auch alles wunderliches Geſchütz, alle Ach-
tung verlohren. Endlich aber hat eine lange
Erfahrung die Oberhand behalten, ſo daß man
heutiges Tages zu Canonen nichts als cy-
linderförmige Stücke gebrauchet. In meiner
vorhabenden Unterſuchung werde ich ſchlech-
terdings auch nur bey den cylinder- und kugel-
förmigen Kammern ſtehen bleiben. Das ſeynd
die beyden vollkommenſten, denen dahero auch
der Vorzug billig gebühret. Die cylinderför-
migen Kammern, ſchicken ſich am beſten für
die Canonen. Die Erfahrung und geſunde
Vernunft bekräftiget ſolches. Die kugelförmi-
gen Kammern, wegen ihres Gebrauchs bey
Bomben und Granaden, ſeynd vornehmlich
auch deshalben bey denen Mörſern ſehr vor-
theilhaftig, weilen ſie mehr Pulver in ſich faſ-
ſen. Dieſe beyden Arten von Kammern
ſeynd die allerſimpelſten, und läſſet ſich aus
deme, was von ihnen wird gemeldet werden,
dasjenige leicht herleiten, was denen übrigen
zukommet, die ihrer Mängel halben, verwor-
fen worden.

Eine durch die Theorie aufgeklärte Practik kan es so weit bringen, das Geschütz in gehörige Vollkommenheit zu versetzen.

Die Folge und der Zusammenhang derer Betrachtungen, die diese Schrift ausmachen, wird zeigen, daß es leicht ist, die richtige und bequemste Stärke unserer Stücke anzugeben, wann nemlich ihre Längen gegeben, und die proportionirten Ladungen bekannt seynd. Hernach werden wir auch anzeigen, wie und auf was Art, so viel nur immer möglich, der Krümmung derer Stücke vorzubeugen.

Ich werde mich keiner andern, als sicherer Erfahrungen bedienen. Und wann mir dergleichen mangeln, werde ich diejenigen anzeigen, zu denen man seine Zuflucht nehmen kan, und die meine Umstände, zu versuchen, mir nicht erlaubt haben. Ich werde die nöthigen Berechnungsformuln angeben, und alle Maase, in Vergleichung gegen einander, auf eine allgemeine und undeterminirte Art festsetzen, mich aber allezeit hierbey auf eine sichere zuverläßige Qualität des Pulvers beziehen, die nicht veränderlich, wenigstens nicht von gröserer Gewalt seyn muß.

Ehe ich zu der Abhandlung selbst schreite, will ich vorher erst kurz berühren, was ich mir in der Folge dieser Schrift zu untersuchen vorgesetzet. Ich thue solches bloß denenjenigen

Personen

Personen zu Gefallen, die sich weiter nicht darum bekümmern, mir in der Berechnung zu folgen, die nothwendig in meine Beweise einfliesset, inzwischen aber doch gerne meine Gedanken wissen möchten, und meine Meynung, wie man sich darinnen eigentlich verhalten müßte, das Geschütz in Vollkommenheit zu versetzen. Ich schmeichele mir im geringsten nicht, in diesem Vorhaben glücklichen Fortgang gehabt zu haben. Ich bin selbst noch weit entfernt, solches zu glauben. Ich befinde diese Materie viel zu schwer; werde aber um so vergnügter seyn, und einige schlaflose Nächte keinesweges bedauren, wenn diese meine von andern und gelehrtern Personen, als ich bin, verbesserten Gedanken, zu dem Wohl und Besten des Dienstes nur einigermaßen etwas beytragen sollten.

Grundriß von demjenigen, was in der Folge dieser Schrift bewiesen worden.

Die Gesetze, nach denen das Pulver würket, einzusehen, habe ich solches gleich alsobald in demjenigen Zustande in Betrachtung gezogen, in welchem es sich befindet, wann es gänzlich entzündet ist, und eine elastische oder auseinandertreibende Flüßigkeit formiret, welcher die Theorie derer Wirbel um so mehr und besser zukommt, weilen man vermittelst derselben, von der Verhältniß derer Elasticitäten oder auseinander treibenden Kräfte einer solchen Flüßigkeit, Rechenschaft geben kan, die in ver-

schiedenen Grad, dicht, und in verschiedenen Grad heiß oder erhitzet ist. Ich gebe eine General- oder allgemeine Formul an, aus welcher sich, für alle mögliche Fälle, gar leichtlich alle Verhältnisse dererjenigen Druckungen, herleiten lassen, welche ein entzündetes Pulver, gegen alle beliebige Wandflächen auszuüben vermag, und zwar solches, vermöge derjenigen Erkänntniß, die wir allbereit davon haben, daß die Spannungen oder Triebkräfte der Hitze, in eben der Verhältniß stehen, wie die Quadratwurzeln aus denen Lasten oder Gewichten, mit denen die erhitzte Flüßigkeit im Gleichgewicht stehet, oder welches einerley, wie die Quadratwurzeln derer Würkursachen der Hitze. Solches hat nun diese Bequemlichkeit an die Hand gegeben, daß wir allezeit eine bekannte Größe, an die Stelle des Quadrats derjenigen Geschwindigkeit, substituiren können, welche die kleinen Stäubgen besitzen, die auf der Oberfläche derer Wirbel herum circuliren: Welches alles hernach ein großes Licht giebet in allen Fällen, wo diese Formul gebrauchet wird. Sie zeiget an, daß, wann die cubischen Raumgehalte gleich seynd, die Pulverkräfte, gegen gleich große Oefnungen, sich verhalten, wie die Quadrate von denen Pulvermengen: Daß eben diese Kräfte, wenn die Pulvermengen gleich, die cubischen Raumgehalte aber ungleich seynd, *reciproce* oder umgekehrt sich verhalten,

wie

wie die Quadrate derer cubischen Raumgehalte. Wie nicht weniger, daß, wann die Pulvermengen und die cubischen Raumgehalte ungleich seynd, diese Kräfte in derjenigen zusammengesetzten Verhältniß stehen, welche entspringet, wann die Quadrate derer Pulvermengen, *directe* oder ordentlicher Weise genommen, durch die Quadrate der cubischen Raumgehalte, umgekehrt gonommen, multipliciret werden.

Diese Formul zeiget noch ferner, daß die Kugelfläche, unter allen Körpern von gleichen Größengehalt, diejenige ist, welche von der Druckung des Pulvers am wenigsten auszustehen, weilen sie eine von denen kleinsten ist. Desgleichen, daß der Nachdruck oder die Gewalt derer Wirbel, welche die entflammte oder entzündete Flüßigkeit ausmachen, dem Gesetz derer Federn folget, welche stemmen und drucken. Ohnangesehen dieser Fläche, welche kleiner ist, verschaffet die Kugel, in Ansehung ihrer Figur, einen weit größern Widerstand und eine mächtige Hinderniß wider die Zersprengung als nur immer die Fläche eines andern Cörpers entgegen zu stellen vermag. Die Untersuchung derer gerad linichten, gleichen und unendlich kleinen Flächen, die diesen Cörper umschließen, geben solches zu erkennen, weilen ihr Mittelpunkt der Schwere, in welchem sich der ganze Nachdruck oder alle Gewalt zusammen vereinbaret,

baret, allezeit in der Kugel weniger belästiget ist, als je eine andere Fläche eines Cörpers, der zwar von gleich großen cubischen Gehalt, aber keine äußere Circulfläche hat, ob er auch gleich schon eine gleich große Menge Pulver in sich enthalten sollte: So, daß so gar angezeiget wird, daß man, aus einer jeden beliebigen und vorgeschriebenen metallischen Masse, allezeit einen Cörper von einer solchen Figur, formiren könne, daß eine gegebene Menge Pulver solchen hernach allerdings zersprengen muß. Die Gegeneinandervergleichung dieser unendlich kleinen Flächen, zeiget auch noch überdeme dieses mit an, daß bey denen Kammern, die einander ähnlich, und nach Proportion der Größe ihrer cubischen Raumgehalte, geladen worden seynd, die Zersprengungskräfte dem ohngeachtet sehr verschieden sind, wann auch gleich schon jeder Punkt gleich stark gedruckt wird: Und folget solches auch nothwendig aus der ungleichen oder verschiedentlichen Oberfläche einer jeden solchen unendlich kleinen ähnlichen Kammerfläche.

Ich glaube nicht, daß es so leicht hergehen wird, durch eine andere Hypothese, die Druckungen des entzündeten Pulvers anzugeben, als durch die Hypothese derer Wirbel. Diese scheinet denen Gesetzen der Natur gemäß zu seyn, und wird von der Art und Weise, wie sich das Pulver entzündet, folgends unterstützet.

tzet. Ich habe dessen zum öftern in Brand gebracht, um dessen Flammung zu untersuchen, und der Herr von Belidor gedenket in einer Schrift, die von dieser Materie handelt, verschiedener Versuche, die ich mit ihm gemacht habe, und die mich diesem System oder Lehrgebäude gänzlich beyzufallen, anreizen. Man sahe gar deutlich, sehr glänzende kleine Feuertheilgen, welche erstaunlich heftig und geschwind herum circulireten, und indeme sie in der Form von Halbkugeln sich gleichsam einwületen, die Theile einer angefeuchteten und zusammengedruckten Pulvermasse, um solchergestalt die Action und das Verfahren des Feuers desto deutlicher wahrnehmen zu können, entzündeten.

Ohngeachtet dieser Erkänntniß, weiß man dennoch nicht, die Geschwindigkeit der Entzündung festzusetzen. Sie ist in allen Lauffeuern von gleicher Länge, aber ungleicher Breite, sehr verschieden. Mit vieler Sorgfalt angestellete Versuche haben zu erkennen gegeben, daß die Entzündungsgeschwindigkeiten zweyer solcher Lauffeuer, sich verhalten, wie die Cubicwurzeln ihrer Pulvermengen. Man hat Erkänntniß genug von der Generation oder Erzeugung des Feuers, wenn man weiß, daß es von kleinen und gebrochenen Wirbeln der subtilen Materie verursachet wird, welche denenjenigen groben Theilen, die diesen Wirbeln gleichsam zur Einfassung dienen, eine Bewe-

gung

gung beybringen. Es lässet sich also ohngefehr von derjenigen Geschwindigkeit urtheilen, mit welcher diese kleinen Feuertheilgen beweget werden, weilen die subtile Materie, welche um unsere Erde herum circuliret, ohngefehr 4055 Toisen in jeder Secunde zurückleget. Die Entzündungsgeschwindigkeiten derer Lauffeuer können aber schwerlich dieser heftigen Bewegung beykommen, wegen des Widerstands der Luft: Dahero ich auch glaube, daß ihre größte Geschwindigkeit nicht anzugeben möglich. Die uns allbereit bekannte Verhältniß derer Entzündungszeiten zweyer Lauffeuer, zeiget schon mehr als zu viel, wie äußerst geschwind das Pulver sich in einer damit angefülleten Kugel, bey welcher das Feuer ihr im Mittelpunkt beygebracht zu seyn, angenommen wird, entzünden muß. Exprimiren wir dessen Kraft oder Gewalt gegen die Wand oder Kammerflächen zu Ende der ersten Tertze, durch die Unität; so ist dieselbe zu Ende der zehenden Tertze, wenigstens eine Million mal größer, als ersten Falls.

Diese Gewalt aber, mit welcher die Pulverflamme gegen die Kammerwände würket, ist keinesweges das Maaß derjenigen Gewalt, welche zerreisset oder zersprenget: Diese beruhet nur auf jener. Diese Zersprengungsgewalt lässet sich in so weit festsetzen, als je genauer man die Figuren derer Kammern weiß. Ich habe keine andern, als die kugel- und cylinderförmigen

gen

gen Kammern untersuchet. In denen kugelförmigen Kammern ist die Zersprengungsgewalt, die Hälfte von der totalen oder gesammten Gewalt überhaupt. Hieraus ersehen wir nun also, wie leicht es zum Exempel ist, bey einer Bombe und einer Granade, die beyde volle Pulverladung haben, ihre schicklichste Stärke oder Dicke in Vergleichung gegen einander, anzugeben. Die Grade der Hitze und deren Dichte, seynd in diesen beyden Kammern gleich groß. Die Totaldruckungen in denenselben, stehen also in der Verhältniß derer Kammerflächen, weilen in der einen wie in der andern, die Wirbel einerley Centralkraft haben. Da nun aber die Zersprengungskraft, in der kugelförmigen Kammer, die Hälfte der Totalkraft beträget; so müssen dann also die zur Zersprengung gewidmeten Metalmengen, oder die Zersprengungsflächen, mit denen Kammerflächen, in einerley Verhältniß stehen.

Diese Metallstärke oder Dicke festzusetzen, müssen wir einige Versuche zu Hülfe nehmen. Durch diese müssen wir dasjenige größte Gewicht erfahren, welches ein Stück Metall, woraus diese Cörper gegossen worden, ohne zu zerreissen, halten oder zu tragen vermag. Hernach, haben wir auch noch dieses zu untersuchen, mit was für einer Last oder mit was für einem Gewichte, die Gewalt einer gewissen Menge Pulver, welches wider eine gewisse gegebene

gebene oder bekannte Kammerfläche würket, das Gleichgewicht hält. Man reduciret solchergestalt die Kräfte des Pulvers auf Gewichtmaaße, und gelanget dadurch so weit, daß man die Metalldicken sicher setzen und zuverläßig angeben kan.

Alles dieses lässet sich auch eben so leicht, auf die cylinderförmigen Kammern appliciren. Wenn man einmalen erfahren, wie stark die Zersprengungsgewalt ist, welche einen Cylinder zu zerreissen vermag; So vermag ich zu beweisen, daß die Totalgewalt gegen einen Cylinder oder auch nur gegen einen einigen Cylindercircul, sich zu der zerreissenden Gewalt, eben so verhält: wie sich die Circumferenz zum Radio verhält: Denn die Länge des Cylinders hat mit der Zersprengungsgewalt keine Gemeinschaft, in so fern wir supponiren, daß die Wirbel, die sich gegen die Cylinderfläche stemmen, keinesweges mehr Kraft haben, als diejenigen, die sich nur gegen einen einen einigen Cylindercircul stemmen, welches bey einerley Cylinder allezeit wahr und richtig ist. So bald gedachte Zersprengungsgewalt bekannt ist; alsobald kan man auch das Rectangulum des Zersprengungsrisses festsetzen, mit Beyhülfe solcher Versuche, bey denen ich voraus setze, daß sie mit einem sattsam erhitzten Metall gemacht worden seynd.

Die Hitze erweichet und schwächet den Widerstand derer Metalltheilgen erstaunlich. Meines Erachtens ist man auf diesen Umstand noch niemalen aufmerksam genug gewesen: Und daher geschiehet es uns auch, daß unsere Stücke schwinden oder krumm werden. Dieser Krümmung vorzubeugen, finden sich nur zweyerley Mittel. Das erste bestehet darinnen, aufs sorgfältigste auszuforschen, welches die beste Vermischung derer Metallen seyn möchte, die zu Gießung derer Stücke pflegen gebrauchet zu werden. Das seynd solche Versuche, die man bey jeder Gießung mit aller Vorsicht wiederholen sollte: Denn das ist gewiß, daß Metalle von einerley Nahmen, nicht allezeit vollkommen gleichartiger Natur seynd: Mithin man sich gar wohl in dem eingeführten Gebrauche, dessen man gewohnt ist, von jedem Metall, so und so viel Theile zu nehmen, betrügen kan. Man bindet sich sehr knechtischer Weise an gewisse practische Gebräuche. Ist auf Seiten des Gusses die Verbesserung hergestellet, so beruhet das übrige alles auf der recht gehörigen Metalldicke oder Metallstärke. Die Güte eines Stückes, dependiret von einer schwerer zu schmelzenden Metallmelange, und von dessen Dicke oder Stärke, welche die Gewalt des Pulvers und die Schwere des Mundstücks erfordern.

Es ist sehr leicht, die Metalldicke am Bodenstück anzugeben, wenn wir supponiren, das

B ent-

entflammte Pulver vertrete doch wenigstens einen Augenblick lang die Stelle derer Pulverkörner: Denn da in diesem Stande oder Augenblicke, die Dichte der Flamme und deren Hitze, fast am stärksten sind; so haben sie auch um so viel mehr Gewalt. Und diese Supposition gereicht der Practik zum Vortheil. Die Metallstärke des Mundstücks aber zu determiniren, muß man die Erfahrungen oder Versuche wegen derer Schußweiten zu Hülfe nehmen, und die Längen derer Stücke festsetzen. Ich nehme in Ansehung des Verfahrens, deme man hierinne folgen kan, diejenigen Probschüsse zum Beyspiel an, welche vormals zu Dünkirchen, mit 10 Schuh langen Canonen gemacht worden sind. Ich zeige, wie man vermöge der Erkänntniß derer Schußweiten, zu der Erkänntniß der uniformen oder gleichförmigen Geschwindigkeit derer Kugeln gelanget, wie nicht weniger auch zu der Einsicht, die Verhältniß derer zu dieser Würkung gebrauchten oder angewandten Kräfte zu determiniren: Denn das Pulver würkt nur mit derjenigen Gewalt wider die Kugel, mit welcher es den Widerstand der Luft übersteiget, dahergegen es gegen das Stuck selbst, alle seine Gewalt ausübet. Was man wegen der Geschwindigkeit derer Kugeln erinnert, das giebt keinesweges das genaueste Maaß von der Menge des entzündeten Pulvers an: Man siehet nur so viel ein, daß es sich in Stucken von großen Caliber, in weit größerer Menge

und

und viel geschwinder entzündet, als in denen kleinen. Woraus dann also zu ersehen, daß man keinesweges die Längen derer Stücke, aus der Höhe derer Pulvercylinder, die deren Ladungen formiren, reguliren müsse; Sondern, daß es vielmehr viel schicklicher sey, die Länge jeder Canone aus dem Umstande zu determiniren, wie solche Länge erforderlich seyn möchte, alle unumgängliche Arbeit an derselben, mit möglichster Bequemlichkeit verrichten zu können, auch jede Sorte von Stucken, stark genug von Metall gießen zu lassen, damit bey denen Proben kein unglücklicher Zufall geschehen könne, hernach solche unter einer Elevation von 45 Graden, mit verschiedenen Ladungen los zu schießen, und sich an diejenige Ladung alsdann zu halten, welche den weitesten Schuß gegeben, wie solches denn auch die vortheilhaftigste Ladung für ein solch Stuck ist. Ich wollte also lieber, daß man die Ladung aus der Länge, und keineswegs die Länge aus der Ladung regulirete. Seynd diese beyden Dinge einmalen recht festgesetzet; so ist es alsdann leicht, die Stärke des Metalls zu determiniren, damit es der zerreissenden Gewalt zu widerstehen vermag: Allein, das ist deshalben noch nicht genug; Wir müssen hierbey auch noch in Erwegung ziehen, daß unsere Stücke, in denen ersten Schüssen, niemalen unglücklich gehen oder verunglücken, wofern sie anders nicht übel gegossen seynd. Das ist eine untrügliche Probe und sicheres Merkmaal,

daß ihre Stärke vor diese Schüsse hinreichlich genug sey. Es geschiehet aber hergegen, daß das Stuck, so bald es stark erhitzet wird, sich um so viel stärker krümmet, je von einer weichern Metallmasse es gegossen worden, so daß man sich so gar genöthiget siehet, solches von vornen her abzunehmen. Dahero auch hernach solche Stücke, zu denen von ihnen verhoften Diensten, völlig untüchtig werden. Es ist gar nicht nöthig, weit hergenommene Beyspiele von deme aufzusuchen, was ich hier anführe. Oefters krümmet sich ein Stück so gar so sehr, daß, weilen die Kugel in dem Mundstück einen allzustarken Widerstand antrift, das Mundstück davon in Stücken zerspringet. Man erfrischet zwar wohl das Stuck wieder, oder kühlet es ab, um solchen Zufall abzuwenden: Man kan aber auf andere Art der Sache abhelfen. Wir müssen die Ursache des Uebels untersuchen. Sie kommet erstentheils vom Guß her. Hierinnen sollte man absonderlich sorgfältig seyn, nemlich, daß die Mischung derer Metallen am allergeschicktesten wäre, dem Reissen oder Springen zu widerstehen, wie auch zugleich der leichten Schmelzung selbst. Anderntheils, müssen wir auch darauf acht haben, daß, wann das Stuck auf seiner Laveten lieget, solchenfalls die ganze Last des Mundstücks sich in seinem Mittelpunkt der Schwere zusammen vereinbaret, und um so viel gewaltiger würket, je weiter dieser Mittelpunkt von dem festen Lagerpunkte entfernet ist. Diese

gemel-

gemeldete Last oder Schwere durch kaum gedachten Abstand multipliciret, ist die Ausdruckung derjenigen Gewalt, welche das Stuck zu zerreissen suchet, und zwar in einer solchen Fläche, welche das Mundstück von dem übrigen Theile des Stucks absondern würde. Nichts als der Widerstand des Metalls selbst, widersetzet sich dieser Gewalt. Und dieser Widerstand ist würklich stark genug, wann das Stuck nicht erhitzet ist. Weilen aber die Hitze, die Gefäßer des Metalls schlapp und weich machet; so macht sie solche auch zu einiger Verlängerung geschickt. Es scheinet also am vorträglichsten zu seyn, die denen Stücken nöthige Metallstärke, aus dem Widerstand eines erhitzten Metalls zu ermessen. Und das ist das, worzu die letzte Formul meiner Schrift dienen soll. Sie ist nicht allgemein. Der absonderliche Fall aber, den ich aus des Monſ. Mariotte seiner Hypothese von denen Widerständen hergenommen, ist mir schon hinreichlich gewesen, den Weg anzuzeigen, welchem man meines Erachtens folgen sollte. Ueberdeme hat es auch an sich weiter keine Schwürigkeit, aus Versuchen die Widerstands Kräfte zu erfahren, welche gewisse Stemmungen oder Spannungen entgegen setzen. Sie formiren nothwendig eine Reihe oder Serie, in welcher die Verhältniß von denen ersten Terminis, diejenige Verhältniß festsetzet, welche unter denen folgenden Terminis herrschen muß. Wann also diese Serie bekannt ist, an statt jede

Bande von Metallfäserlein, durch ihren Abstand vom Ruhe- oder Lagerpunkt, zu multipliciren, und das Product für ihren Widerstand anzunehmen, multipliciren wir dieselbe durch denjenigen Terminum der Serie, der ihren wahrhaftigen Widerstand bemerket, und der eben diesem nemlichen Termino der Spannung oder des Abstands zustimmet, durch welchen der Rang, den die Ausdruckung des Widerstands in der Serie occupiret oder einnimmt, angegeben wird. Wir haben billig in Erwegung zu ziehen, daß alle Widerstandskräfte sich in einen einigen Punkt zusammen vereinbaren, gleichwie alle Last, in ihrem Mittelpunkt der Schwere. Ihr Product durch den Abstand dieses Mittelpunkts derer Kräfte vom Ort der Ruhe oder Unterlage, muß wenigstens derjenigen Kraft gleich seyn, welche wider sie würket. Auch ist annoch dieses zu merken, daß, wann die Stärke oder Dicke des Metalls vermehret wird, das Mundstück auch eine um so viel grössere Schwere erhält. Diese Metallstärke muß dannenhero also solchergestalt angegeben werden, daß die widerstehende Kraft, diejenige, welche die Beugung oder Krümmung zu bewürken suchet, übertreffe. Hierinnen bestehet denn also das Mittel, einer gar zu schleunigen Krümmung vorzubeugen: Denn die Schmelzbarkeit des Metalls lässet sich nicht hindern. Es ist schon viel, wann solcher Effect nicht anders als langwierig erfolgen kan. Vielleicht verhinderte man diese Krümmung

ganz und gar, die ohnedem von nichts anders herkommt, als von einer gewissen Hitze, welche das Metall nicht würde annehmen können, wann diejenige Hitze, welche das Pulver verursachet, an einer größern Masse ausgebreitet wäre.

Es ist dann also möglich, in eine klare und deutliche Abhandlung einzudringen, welche zu größerer Vollkommenheit des Geschützes nicht wenig beyzutragen vermag. Die Qualität oder Vermögenheit des Pulvers aber, muß vorhero unumgänglich fest gesetzet werden: denn es schläget immer eines heftiger als das andere, und die Unbeständigkeit in diesem Stück, würde alle mit größter Vorsicht genommene Maaßreguln, denen Stucken ihre gehörige Maaße zu geben, völlig vernichten. Eine kleine Veränderung in dem Pulver, macht gleich eine gewaltige Veränderung in denen Würkungen.

Die Luft ist zu der Würkung des Pulvers unentbehrlich.

Man hat bemerket, daß einerley Pulver mehr Gewalt hat zu einer Zeit, wenn es kalt und etwas feucht ist, als zu der Zeit, wann es warm ist. Es folget solches nothwendig aus deme, daß das Pulver auf der Luftpumpe, im luftleeren Raume fast gar kein Vermögen besitzet. Es muß unumgänglich Luft zu seiner Würkung haben. Und wann die Wärme sol-

che verdünnet, wird die Menge derjenigen, die sich zwischen denen Pulverkörnern befindet, nicht um ein weniges geringer, und der Effect der Pulverflamme daher viel schwächer. Ein Cubicschuh Luft, wieget im Sommer ohngefehr 7 Drachmen 9 Grain, im Winter aber, 14 Drachmen und ohngefehr 19 Grain. Die Luft ist also im Winter doppelt so stark in Ansehung ihrer Stemmung, und um die Hälfte dichter als im Sommer. Daraus lässet sich keineswegs schließen, die Schußweiten müßten im Sommer nur die Hälften von denen im Winter betragen, wegen der Luft, die in denen Pulverkörnern selbst eingeschlossen ist, und die der vorgedachten Veränderung so stark bey weiten nicht unterworfen. Es ist schlechterdings nur einiger Unterschied unter denen Schußweiten. Die wenigsten können sich kaum vorstellen, daß das Pulver denen Veränderungen der Luft so sehr unterworfen seyn sollte. Man glaubet auch vielmehr fast durchgängig, je erhitzter ein Stuck sey, je weiter schösse es, so daß man sogar dieser Ursach halben, nach einer gewissen Anzahl von Schüssen, die Ladungen zu schwächen pfleget: Allein solches geschiehet vielmehr deshalben, das Metall dadurch zu schonen.

Zu der Erklärung derer Würkungen des Pulvers, ist keinesweges nöthig, sich auch in eine genaue Beschreibung dererjenigen Materien einzulassen, aus denen es zubereitet wird, noch

weniger

weniger solche Zubereitung umständlich anzuzeigen. Einen Grad der Vollkommenheit hierinnen zu treffen, ist allerdings möglich; Allein, solchen zu erfinden und zu entdecken, ist mehr ein Werk eines Chymici, als eines Geometrieverständigen. Es ist schon genug, wann dieser nur weiß, daß alles, was sich von einer gewissen Qualität des Pulvers sagen lässet, was die Theorie anbelanget, auch mit demjenigen zustimmet, was man von einer andern Qualität sagen kan. Ich schreite dannenhero also zu der Untersuchung derer Würkungen des Pulvers, ohne mich weiter um die Materien zu bekümmern, aus denen es zusammengesetzet wird. Ich werde einig und allein nur zeigen, daß die Luft zu der Entzündung des Pulvers unumgänglich nöthig sey. Es fängt mit äußerster Mühe unter der Glocke der Luftpumpe Feuer, wann die Luft ausgepumpet worden. Es geschiehet daselbst keine Verpuffung noch der geringste Effect. Die Materie des entflammten Pulvers, ist also ein flüßiges Wesen, welches keine Würkung hat, wann es nicht gleichsam so zu sagen, mit der Luft fermentiret oder aufgähret. Die Würkungen eines lang aufbehaltenen Pulvers beweisen solches gleichermaßen nur allzuwohl. Je älter es wird, je mehr es von seiner Gewalt verlieret, zumalen wenn es nicht wohl verschlossen gewesen: Denn, weilen es solchenfalls mit der äußern Luft Gemeinschaft hat, so geschiehet es daher, daß, wegen des

Fortlaufs und Veränderung der Zeiten, verschiedene kleine Spann oder Stemmungsfedern der Luft, welche vorher in denen Körnern dieses Pulvers eingesperret waren, und gemässigten Nachdruck ausübeten, um sich zu lösen, nach und nach gleichsam unvermerkter Weise schlapp und schwach werden. Von dieser Nachlassung derer Spann- und Stemmungskräfte, entspringet eben eigentlich das veränderliche Verhalten des veralteten Pulvers, weilen ein großer Theil dieser Luft ausdünstet. *) Das ist so wahr, daß wenn man ein solch veraltetes Pulver, wieder in seinen vorigen Stand versetzen will, worbey ich aber voraus supponire, daß es recht wohl gemacht sey, und nicht gar zu übermäßig viel von seinen Kräften verlohren habe, man nichts anders thut, als solches wieder von neuem umarbeiten und umstampfen lässet. Durch solches Verfahren bringet man demselben wieder neue Luft bey, so daß es hernach eine ganz erneuerte Gewalt, und neue Triebkräfte erhalten. Nunmehro will ich mich zu der eigentlichen Beschreibung und Berechnung dererjenigen Sachen wenden, die ich bisanhero nur so überhaupt angezeiget und berühret habe.

Wie

*) Hier siehet man, daß der Herr Autor kein guter Chymicus gewesen, sonst würde er alles, was er hier der Luft zueignet, mit weit mehrerer Zuverlässigkeit dem Wasser zugeschrieben haben, welches ein Haupt-Ingrediens des Pulvers ist, wovon sich gewiß mehr reden ließ, als man glauben möchte.

Wie und auf was Art das entzündete Pulver in Betrachtung zu ziehen. Es formiret Wirbel.

Das entflammte Pulver kan gar füglich als ein der Luft ähnliches oder mit der Luft ziemlich übereinstimmendes flüßiges Wesen in Betrachtung gezogen werden, welches einer heftigen Bewegung fähig, und einer sehr großen Schnellkraft vermögend. Unter dem Begriffe, welchen diese Definition oder Beschreibung angiebet, untersuche ich nunmehro dessen Würkungen.

Wenn wir uns eine unbeugsame mit Pulver angefüllete Kugel einbilden; so werden solchenfalls alle Zwischenräumlein dieser Pulverkörner, mit Luft angefüllet seyn. Ich setze nun jetzo den Fall, das Pulver in dieser Kugel wäre nunmehro in volle Flamme gesetzet worden; so ersehen wir dann also:

1. Daß alle grobe Theile aus denen das Pulver bestehet, durch die Fermentation oder Aufgährung, eine Bewegung erhalten, die sie vorhero nicht hatten, und daß sie in der Höhlung oder im innern Raum der Kugel, durch die heftige Bewegung der subtilen Materie, allenthalben hie und da hin geworfen werden.

2. Daß diese durch den Strohm oder Lauf dieser subtilen Materie mit fortgerissene kleine Theile, nach Beschaffenheit ihrer Ungleichheit, alle die Bewegung erhalten, deren sie nur immer

vermö-

vermögend seynd: Denn die Cörper, die durch ein flüßiges Wesen mit fortgerissen werden, erlangen die eigene Geschwindigkeit des flüßigen Wesens nicht anders, als solchenfalls, wann ihre eigenthümliche Schwere (Gravitas specifica) entweder geringer, oder wenigstens doch der eigenthümlichen Schwere des flüßigen Wesens gleich ist. In allen andern Fällen erhalten sie eine Geschwindigkeit, die mit demjenigen in Proportion stehet, was sie deren mehr oder weniger vermögend machet, es sey nun Grobheit oder Rauhigkeit ꝛc.

3. Weilen sie nun hernach durch ihr Zusammenstoßen oder Begegnen an und vor sich selbst einander eine Hinderniß bewirken, welche sie beständig fort von der geradlienichten Bewegung ablenket, welcher sie natürlicher Weise folgen würden; so seynd sie solchergestalt gezwungen, eine krumme Linie zu beschreiben.

4. Daß diejenigen, die einerley Geschwindigkeit besitzen, angereizet werden mit einander zugleich nach einer krummen Fläche zu circuliren.

5. Daß sich endlich eine unendliche Anzahl von kleinen Wirbeln formiren muß, welche insgesamt durch eine gemeinschaftliche Bewegung nach einer oder der andern Seite fortgerissen werden können, und noch überdeme eine absonderliche Bewegung um ihren Mittelpunkt herum

besitzen,

besitzen, um allen deme Folge zu leisten, was die subtile Materie an Bewegung ihnen beyzubringen nur immer suchen mag.

6. Daß zu dieser Anordnung oder Stellung, indeme sie geschiehet, keine endliche Zeit vonnöthen, vielmehr alles in dem Augenblick der Entzündung selbst, solche zu bewürken suchet, und auf solche loslaufet.

Diese Formation oder Anordnung ist ganz einfältig und natürlich.

Die Natur stellet uns eine grosse Anzahl empfindlicher Beyspiele solcher Wirbel dar. Jederman muß diejenigen wahrgenommen haben, die sich in denen Strömen derer Flüsse zu formiren pflegen, wenn sich der Direction oder dem Striche des Wassers eine Hinderniß entgegen setzet: Wie nicht weniger auch diejenigen, welche der Wind mit dem Staube den er in die Höhe hebet, vorstellig machet.

Dieser angenommene Begrif und Gedanke, der in Ansehung seiner Einfältigkeit, denen Gesetzen der Natur ganz gemäß zu seyn scheinet, wird der Grund einer Theorie, welche dazu dienet, auf ganz leichte Art und Weise die erstaunlichen Würkungen des Schießpulvers zu erklären.

Unter der unzählbaren Menge von Wirbeln, welche oben gedachte unbeugsame Kugel in

sich

sich schließet, finden sich deren von verschiedenen Ordnungen, nach Beschaffenheit derer verschiedentlichen Ordnungen der Grobheit und Rauhigkeit derer kleinen herum circulirenden Cörperlein. Diejenigen nun unter ihnen, die gleiche Geschwindigkeiten erhalten haben, formiren auch einerley oder gleiche Wirbel, wie wir solches aus einer nothwendigen Folge ersehen werden.

Diese kleinen Cörperlein aber, welche an krummen Flächen herum zu circuliren gezwungen seynd, haben viele Neigung, sich vermöge ihrer Schleuder- oder vom Mittelpunkt wegfliehenden Gewalt, in die Weite auszubreiten, und beschreiben dannenhero die größten Circul, die sie nur beschreiben können: daher es denn geschiehet, daß der hohle Raum der Kugel, mit solchen Wirbeln von verschiedener Ordnung, gar bald angefüllet wird, die in demselben allenthalben ausgetheilet sind, jedoch solchermaßen, daß die von einer untern Ordnung diejenigen Zwischenräume ausfüllen, welche die von einer höhern Ordnung unter sich übrig lassen: Und alle diese kleinen Wirbel seynd kugelförmig.

Man kan diese kleinen Wirbel als kugelförmige Wirbel ansehen.

Denn wenn wir anfänglich nur drey einander berührende Wirbel untersuchen; so lassen solche einen winkelförmigen Raum unter sich übrig

übrig, der in einem Augenblick durch eine Menge von kleinen Cörperlein angefüllet wird, die sich von ihren Wirbeln losreissen, um solchen leeren Raum auszufüllen, und daselbst noch beständig eine Bewegung um ihren Mittelpunkt herum beybehalten, welche Bewegung unterhalten wird, sowohl von dem Fluß oder Lauf der subtilen Materie, als auch durch das Anstoßen an die kleinen Cörperlein, die die Wirbel formiren, von denen sie sich abgesondert, ohne daß diese Wirbel deshalben eben die Figur verändert haben sollten, weilen die Cörperlein die unmittelbar an der innern Hohlungsfläche sich hinweg bewegen, denenjenigen die würklich den eckichten oder winkelförmigen Raum ausfüllen, bis dahin eben nothwendiger Weise nicht folgen müssen; sie setzen vielmehr ihren Lauf fort, nach einem Bogen, der demjenigen ähnlich ist, den sie vorher beschrieben, und der der kürzeste ist, den sie nur immer durchlaufen können, sowohl in Ansehung der Centralkraft, welche jeden Punkt vom Centro gleich weit entfernet, als auch in Ansehung des gleich starken Widerstands, oder der gleich starken Druckung derer Theile, welche diesen Wirbel umfassen oder einschließen, und die nicht mehr erlauben können, daß diese Cörperlein einen andern Weg nehmen sollten, als denjenigen, den eine natürliche Ordnung und das Gleichgewicht behauptet. Alle diese kleinen Wirbel behalten also ihre Kugelförmigkeit ohnverletzet bey.

Vis centrifuga oder Schleuderkraft derer Wirbel.

Zufolge dieses vorausgesetzten, ist dann also nun die Vis centrifuga oder Schleuderkraft eines beliebigen Cörpers, der einen Circulbogen beschreibet, nichts anders, als derjenige Quotient, der herauskommt, wenn das Quadrat seiner Geschwindigkeit durch den Radium seines Revolutions- oder Umlaufscircul, dividiret wird, nemlich $\frac{vv}{r}$. Denn diejenige Kraft mit welcher ein in Bewegung stehender Cörper eine Krümme drucket, auf welcher er sich gleichförmig beweget, wird ausgedruckt durch den Sinum desjenigen Winkels, der durch eine unendliche kleine Seite, und durch den Tangentem zu dieser Krümme formiret wird. Diese Kraft ist unveränderlich oder beständig, wann der bewegte Cörper einen Circul beschreibet, weilen alle Berührungswinkel und alle Seiten des unendlichen Vielecks einander gleich seynd. Man kan diese Kraft durch v, exprimiren, welches die Geschwindigkeit des bewegten Cörpers selbst ist, weilen sie von dieser letztern lediglich abhanget. Weilen diese Geschwindigkeit allenthalben gleich stark ist; so wird die Vis centrifuga oder Schleuderkraft um so viel größer und vermögender, je mehr der bewegte Cörper in einerley Zeit, Seiten durchlaufet, die ihn beständig fort von seinem Wege ablenken. Und da die Anzahl dieser durchlaufenen Seiten, gleichermaßen

auch

auch von der Geschwindigkeit abhanget; so kan v, abermalen ihre Verhältnis bemerken, und wir haben also vor diese Krafft, die Ausdruckung oder Formul: $F = v.v = \frac{vv}{1}$ Wann dieser nemliche Cörper, mit der nemlichen Geschwindigkeit v, verschiedene oder ungleiche Circul durchlaufen sollte; so ergiebt sich von selbst, daß die Schleuder-Krafft in, denen beyden Circuln, ganz verschieden oder ungleich seyn würde: Denn die Anzahl derer durchlaufenen Seiten, oder die Anzahl derer Stöße wider die Wände, würde durch die Zunahme der Grösse derer Seiten des Viel-Ecks, geschwächet: Die Circul aber, weilen sie alle einander ähnlich seynd, haben einerley Anzahl von Seiten, und stehen in eben der Verhältnis wie ihre Radii. Der Radius muß also nothwendig in derjenigen Formul mit vorhanden seyn, durch welche die Schleuder-Krafft exprimiret wird, um dieselbe dadurch zu mäßigen: Und weilen diese Krafft um so viel größer ist, unter einerley Geschwindigkeit, je mehr der bewegte Cörper Stösse ausgiebet, herentgegen um so geringer, je weniger er deren austheilet; So muß denn also diese Krafft, durch einen Bruch exprimiret werden, der das Quadrat der Geschwindigkeit des bewegten Cörpers, zum Zehler, den Radium der Revolution oder des durchlaufenen Circuls, zum Nenner hat. Und also haben wir überhaupt

vor die Ausdruckung der Schleuder-Krafft eines bewegten Cörpers, der einen Circul beschreibet, $\frac{vv}{r}$

Central-Krafft.

Ziehen wir nur einen einigen kleinen Wirbel in Betrachtung; so ersehen wir allzuwohl, daß die kleinen gleichgrosen bewegten Cörperlein, die auf seiner Oberfläche herum circuliren, und gleiche Geschwindigkeiten besitzen, keineswegs allda, Bögen von einer gleichen Krümmung, formiren können: denn sie müsten einander beständig fort übers Creutz durchschneiden. Diese kleinen Theilgen, seynd dann also, wegen ihres Aneinanderstoßens, genöthiget, auf der Oberfläche derer Wirbel, unter sich, parallelen Wegen zu folgen, und auf Circumferenzen solcher Circul herum zu circuliren, die der Revolutions- oder Umlaufs-Axe des Wirbels, perpendiculair seynd.

Erste Figur.

Es sey dann also ein Wirbel ADBE, dessen Oberfläche mit kleinen gleich grosen beweglichen Cörperlein bedeckt sey, welche einer gleich hefftigen Geschwindigkeit, die sie erhalten haben, vollkommen fähig sind. Diese kleinen in Bewegung stehenden Cörperlein, müßen dann also daselbst solche Circul beschreiben, die unter sich parallel und der Revolutions- oder Umlaufs-

Axe

Axe AB, perpendiculär seynd. Ihre Vis centrifuga oder Schleuder-Krafft, ist alsdann um so viel grösser, je kleiner der Radius des Circuls ist, den sie durchlaufen. Die Expression dieser Krafft, ist keinesweges die Ausdruckung der Central-Krafft, mit welcher die Puncte der Wirbel-Fläche, perpendiculär, gedruckt werden. Wir wollen annehmen, im Punct D, wär ein solcher kleiner in Bewegung stehender Cörper, der den Cirkul beschreibet, dessen Diameter DE, ist; desgleichen auch eine Fläche FD, die den Wirbel-Punct D, berühret: So ist dann also die Vis centrifuga oder Schleuder-Krafft des Puncts D, $= \frac{vv}{DG}$ Das ist aber keinesweges die eigentliche Krafft, durch welche die den Punct D berührende Fläche FD, gedruckt wird. Ihre Direction gehet von G nach D, und sie würket schräg gegen diese Fläche FD. Wenn wir aber aus dem Mittelpunct G, auf diese Fläche, eine Perpendicular-Linie GF, fallen lassen; so exprimiret diese hernach die Central-Krafft dieses Puncts D. Die Schleuder-Krafft verhält sich also zu der Central-Krafft; wie GD zu GF, oder wie CD zu GD, nemlich, wie der Radius des Wirbels, zu dem Radio des Revolutions- oder Umlaufs-Circuls, welchen der bewegte Cörper durchlaufet. Und dieses ist ein allgemeiner Satz. Aus dieser Analogie oder aus diesem Proportions-Satze, folget nun also von selbsten, daß die Vis centri-

fuga oder Schleuder-Krafft und die Central-Krafft eines Puncts des Aequatoris eines Wirbels, einander gleich seynd, weilen alsdann CD = GD: Denn DG, fällt solchenfalls in IC.

Nunmehro müßen wir aber auch noch zeigen, daß die Central-Krafft von jedem Wirbel-Punct, gleich groß ist. Man nehme dann also nach Gefallen den Punct H an, der in dem nemlichen Wirbel, einen kleinen Circul beschreibet, welcher mit dem Circul DE, parallel laufft. Die Schleuder-Krafft dieses Puncts, verhält sich also zu der Central-Krafft desselben; wie CH zu HL. Dieses scheinet fast anzuzeigen, als wenn die Central Krafft in eben dem Maas abnehme oder kleiner würde, je einen kleinern Circul das in Bewegung stehende Cörpergen beschreibet, mithin dann also auch der Punct der Wirbel-Fläche, eine schwächere Druckung von derselben empfinden müste. Allein, wann wir in Erwegung ziehen, daß, je kleiner der Circul ist (unter einerley gleichheftiger Geschwindigkeit) je um so öffterer auch die Revolution oder der Umlauf, wiederhohlet wird, weilen die bewegten Cörperlein, einen gleichen Weeg zurücklegen; so werden wir finden, daß die öfftermahlige Wiederhohlung derer Stöße, den Fehler oder Abgang der Schrägheit, wieder einbringet und ersetzet. Und wann wir vorhergehenden Proportions-Satze schlechtweg Folge leisten; so entdecken wir, daß, wann die Schleu-

der-Krafft des Puncts D, $= \frac{vv}{DG}$, dessen Central-Krafft alsdann $= \frac{vv}{CD}$, und wann die Schleuder-Krafft des Puncts H, $= \frac{vv}{HL}$, dessen Central-Krafft alsdann $= \frac{vv}{CD}$. Folglich ist dann also die Central-Krafft aller Puncte eines Wirbels gleich groß, und alle Puncte desselben, werden vom Mittelpunct aus, gegen die Circumferenz zu, nemlich, zufolge der Direction des Wirbel-Radii, gleich stark gedrucket.

Weilen die Central-Krafft eines Puncts des Aequatoris eines Wirbels, der Schleuder-Krafft dieses Puncts, gleich ist, und noch überdeme auch die Central-Krafft von allen und jeden Puncten, von gleich starkem Vermögen ist, und wir benennen dannenhero den Radium von einem grösten Circul eines Wirbels, mit r, und die Geschwindigkeit desjenigen Cörpers, der diesen Circul beschreibet, mit v; So haben wir vor die allgemeine Ausdruckung der Central-Krafft eines Wirbels, die Formul: $\frac{uu}{r}$.

Nothwendiges Gleichgewicht.

Da nun der ganze Raum, mit diesen Wirbeln angefüllet ist, die sich auszubreiten suchen; so drucken sie sich gegeneinander selbst, und das Gleichgewicht entstehet also unter ihnen augen-

 blick-

blicklich. Dann die stärkern, können sich nicht vergrößern, ohne nicht zu gleicher Zeit auch die schwächern, enger zusammen zu treiben, so daß sie einen kleinern Raum einnehmen müßen. Daher es dann auch geschiehet, daß diejenigen kleinen Cörpergen, welche kleinere Umkreiße zu durchlaufen gezwungen seynd, dadurch, einen grosen Zuwachs an der Gewalt ihrer Schleuder-Krafft, gewinnen, die endlich so vermögend wird, daß der Wirbel, den sie formiren, sich einer grösern Druckung wiedersetzet. Die Würkung und Gegen-Würkung, muß also alsdann nothwendig gleich seyn.

In diesem Gleichgewichts-Stande, muß dannenhero der Nachdruck, der gegen die Wände der unbeugsamen Kugel geschiehet, durch die Krafft eines dieser Wirbel, mit der Anzahl derjenigen, die sich gegen ihn stemmen, multipliciret, sich ermeßen laßen.

Ein Wirbel, oder ein mit Wirbeln angefülleter Ort oder Raum, ist ein elastisches flüssiges Wesen, welches man so ansehen kan, als bestünde es aus einer gewißen Anzahl Federn, die einander selbst, zur festen Stütze dienen. Nun brauchet man aber allerdings, eben so viele Gewalt und Stärke, eine einige Feder, in einer gewißen Spannung, zu erhalten, als eine grösere Anzahl von gleicher Stärke und gleichmäßiger Spannung. Denn, bilden wir uns eine Krafft ein, die mit einer einigen Feder im

Gleich-

Gleichgewicht stehet; so ist sie derselben gleich. Bilden wir uns aber gleichermassen noch eine andere Krafft ein, die mit dem übrigen Theil derer Federn, im Gleichgewicht stehet; so ist offenbar, daß jeder Punct, in welchen sich die Federn einander berühren, als ein unbewegli- cher Punct kan angesehen werden, oder, als lauter solche Puncte, deren Wiederstands-Kräf- te, so wohl unter sich selbst, als auch derjenigen Krafft, gleich seynd, welche an der letzten Fe- der, die Stelle eines festen Orts oder einer fe- sten Stütze, vertritt. Wir können uns dahero gar füglich die Vorstellung machen, als gienge durch jeden dieser Puncte, eine Fläche hindurch: Und so ersehen wir durch diesen Umschweif klar und deutlich, daß die Krafft, lediglich nur, den Nachdruck einer einigen Feder, aushält. Ja, so wir eine Fläche in Betrachtung ziehen, die von lauter gleich starken Federn gedruckt wird; so ersehen wir abermalen, daß ihre Gewalt oder ihr Nachdruck gegen diese Fläche, ermessen wer- den muß, durch die Stärke einer einigen Feder, multipliciret durch die Anzahl dererjenigen Fe- dern, die eigentlich gegen diese einige Feder, eine Stemmung ausüben.

Da nun also, in unserer festen und unbeug- samen Kugel, die Wirbel, eine gleich-starke Gewalt und Krafft besitzen, welche sich durch $\frac{uu}{r}$, nemlich durch die Krafft eines je beliebi-

gen Wirbels überhaupt, ausdrucken lässet, und wir benennen nunmehro die Anzahl derer Wirbel, die sich gegen die Wände der Höhlung, stemmen, mit n; So ist $\frac{u^2 \cdot n}{r}$, die Ausdruckung desjenigen Nachdrucks, oder derjenigen Gewalt, die die Hohlungs-Fläche, auszustehen hat.

Allgemeine Ausdruckung derer Würkungen des Pulvers, in welcher schlechterdings nur bekannte Grössen, zusamt dem Quadrate derer Geschwindigten derer im Wirbel bewegten Cörperlein, gebrauchet werden.

Benennen wir nunmehro die Menge der elastischen Flüßigkeit, die in einem hohlen Raume eingeschloßen ist, mit dem Buchstaben q, den hohlen Raum selbst, mit c, und dessen eigentliche Fläche, mit S; so kan die Anzahl derer in diesem Raume eingeschloßenen Wirbel, durch die Menge der elastischen Flüßigkeit selbst, = q, ausgedruckt werden: Denn es ist ganz natürlich, daß diese Wirbel-Anzahl, allezeit mit der Menge der elastischen Flüßigkeit, in Proportion stehet.

Die Größe derer Wirbel, stehet mit denen hohlen Räumen, directe oder ordentlicher Weise, und mit denen Mengen der Flüßigkeit, inverse oder umgekehrt, in zusammengesetzter Verhält-

hältnis (in relatione composita); $\frac{c}{q}$, exprimiret also diese Größe, aufs genaueste.

Die Radii derer Wirbel, verhalten sich, wie die Cubic-Wurzeln dieser nemlichen Wirbel: Also ist $r = \sqrt[3]{\frac{c}{q}}$.

Die Anzahl derer Wirbel, n, welche gegen eine Fläche, Stemmungs-Kräffte ausübet, läßset sich allezeit auch deutlich ausdrucken, nemlich sie stehet, mit denen hohlen Raums-Flächen, directe oder ordentlich, und mit denen Quadraten derer Radiorum, inverse oder umgekehrt, in zusammengesetzter Verhältnis: Und also ist $n = \frac{S.\sqrt[3]{q}^2}{\sqrt[3]{c}^2}$.

Der Nachdruck der elastischen Flüßigkeit, gegen die Wände des hohlen Raums, der diese Flüßigkeit in sich enthält, ist dann also $\frac{\overline{uu.n}}{r} = \frac{S.q.u^2}{c}$, oder schlechtweg $\frac{q}{c}$, wann wir nemlich einerley Hitze supponiren, und die Würkungen in denen Maschinen, gegen gleiche Mündungen oder Scheide-Wände (Diaphragmes) geschehen. Durch diese Formul, giebt man Red und Ant-

wort von der Erfahrung, welche die beständige Proportion zwischen denen Ausdehnungen oder Elasticitäten und denen Dichtheiten, zu erkennen gegeben.

Die Hitze vermehret die Gewalt derer Flüßigkeiten.

Man kan sichs nicht leicht vorstellen, daß die Hitze von etwas andern herkommen solte, als von der Geschwindigkeit derer herum circulirenden kleinen Cörpergen. Diese Geschwindigkeit, wird dannenhero also das Maaß von denen Graden der Hitze: Und man weiß ohnedeme auch schon, daß, in eben dem Maaß, wie sie zu oder abnimmt, ihre Würkungen auch nach denenjenigen Mäßigungen, welche die Geschwindigkeit u, in Ansehung der Schleuder-Krafft bewürket, abwechseln.

Wenn man einem flüßigen Wesen, als z. E. der Lufft, einen neuen Grad der Hitze beybringet, alles übrige aber, nemlich, die hohlen Räume, die Mengen derer flüßigen Wesen, die Mündungen oder Scheide-Wände, unveränderlich bleiben; So verhalten sich unter sich die Nachdrucks-Kräffte; Wie $\frac{Squ^2}{c} : \frac{Sqv^2}{c}$, das ist, wie $u^2 : v^2$. Woraus dann also folget, daß die Ausdehnungs-Kräffte der Hitze in eben der Verhältnis stehen, wie die Quadrat-Wurzeln

aus

aus denenjenigen Kräfften, mit denen die erhitzten flüßigen Wesen, im Gleichgewicht stehen: Und in dem Calculo selbst, können wir je und allezeit, vor die Quadrate derer Geschwindigkeiten, diese Kräffte, substituiren.

Dieses kan nun, was eigentlich die Hitze anbetrifft, zu verschiedenen Anmerkungen, Gelegenheit geben; Wie zum Exempel, die folgende ist, nemlich, daß wir uns allezeit, in der Ermessung derer Hitz-Grade, betriegen, und solche vor viel größer halten, als sie würcklich ist; massen ihre Grade, schlechterdings nur zunehmen, wie die natürlichen Zahlen, ihre Würkungen aber, nach denen wir jene beurtheilen, der Proportion ihrer Quadraten folgen.

Wir ersehen also, daß ein endlicher oder gewißer Grad der Hitze, alles, was nur das härteste in der Welt seyn mag, gar leicht aufzulösen oder zu verbrennen vermag, wie wir solches vom Blitz, bey Donner-Wettern, bewürken sehen, der zuweilen Metalle schmelzet, und Steine, zu Kalk und Pulver verbrennet, da er doch eigentlich nichts thut, als daß er dieselben penetriret, indeme er mit groser Hefftigkeit, durch ihre Poros oder kleine Höhlungen, hindurch fähret. Denn, wenn wir die natürliche Series oder Progreßion derer Zahlen, vom ersten Termino an, bis zu den unendlich letztern, wie nicht weniger auch, die unendliche Series ihrer Quadratorum, in Betrachtung ziehen; werden wir

leicht wahrnehmen, daß, weilen die natürliche Progreßion, nur von einer einigen Ordnung ist, nothwendig die Progreßion derer Quadratorum, von zweyen Ordnungen seyn muß, nemlich von der endlichen und von der unendlichen. Da noch überdeme aber der Unterschied zwischen denen Terminis der Quadrat-Progreßion, erstaunlich größer ist, als der Unterschied zwischen denen natürlichen Zahlen, welche einander nur um eine einige Unität übertreffen, dahergegen die Quadrate, unter beständig grösern Sprüngen, fortgehen; So ersehen wir abermalen, daß der gröste Theil derer natürlichen Zahlen, ihre Quadrate, in der Ordnung des Unendlichen haben: Denn, weilen alle Zahlen, als Quadrat-Zahlen angesehen werden können; So hat die letzte Zahl der natürlichen Progreßion, wenn wir dieselbe, auf diese Art, in Betrachtung ziehen, ihre Wurzel, unter denen vorhergehenden Zahlen, oder zwischen zweyen von diesen aufeinander folgenden Zahlen: Und diese Wurzel, befindet sich weit jenseit des mittelsten Termini, gegen den Anfang zu.

Diese Erkänntnis nun, die wir von der Ermessung derer Hitz-Grade besitzen, giebet ein leichtes Mittel an die Hand, sie gegeneinander in Vergleichung zu stellen, in so fern wir sie, einem solchen Grad, entgegen halten, der ein fester unwandelbahrer Terminus ist, wie z. E. die Unität, unter denen Zahlen: Vor welchen Grad

oder

oder Terminum, wir hier gar wohl, die Hitze des kochenden Wassers, annehmen könnten. Es ist wahr, man kan sich von selbst leicht vorstellen, daß ein in Bewegung stehender Cörper, gar wohl eine größere Bewegung erlangen und erhalten kan; Allein die Erfahrung zeiget, und lehret, daß das kochende Wasser, nur eines solchen Hitz-Grades fähig ist, den es niemahlen überschreitet.

Die Krafft oder Gewalt eines elastischen flüßigen Wesens, muß durch dessen eigenthümliche Dichte und Hitze, ermessen werden.

Zwey Dinge sind, welche zu der Vermehrung der Gewalt eines elastisch-flüßigen Wesens, ein groses beytragen, nemlich die Dichtheit und die Hitze. Wir ersehen also überhaupt gar wohl, daß, wann wir die beyden Verhältniße, so wir gefunden, zusammen setzen; so haben wir das vollkommene und genaueste Maas derer Kräffte solcher flüßigen Wesen, die in verschiedenen Grad dicht, und in verschiedenen Grad, erhitzt seynd.

Es ist aber allzu gewiß, daß die Hitzen sehr verschieden seynd in zweyen gleich grosen Räumen, in denen ungleiche Mengen entflammten Pulvers befindlich. Es lässet sich solches sehr merklich abnehmen, aus der verschiedentlichen Hitze, welche man empfindet, wenn man eine Canone

Canone anrühret, die mit verschiedentlichen Pulver-Ladungen losgebrannt worden. Und zwey ungleiche Stücke von glüenden Eisen, die in gleiche Mengen Wassers hineingestecket werden, geben wahrhaftig in gleichen Weiten, sehr ungleiche Grade der Hitze von sich. Allerdings hat auch endlich dieses, seine Richtigkeit, je mehrere gleich-heftig bewegte Theilgen, in gleich großen Räumen, vorhanden seynd, je mehr muß Hitze in denenselben befindlich seyn, weilen die Hitze, und die Bewegung derer Theilgen, einerley seynd, wenigstens schlechterdings die eine, von der andern, verursachet wird.

Die ausdehnenden Kräffte der Hitze, stehen, wie wir oben ersehen haben, in der Verhältnis, wie die Quadrat-Wurzeln aus denenjenigen Lasten oder Kräfften, welche das in verschiedentlichen Grad erhitzte flüßige Wesen, auszuhalten oder zu ertragen, vermögend worden, oder welches einerley, wie die Quadrat-Wurzeln aus denenjenigen Würk-Ursachen, welche die Hitzen herfürbringen, oder bewürken, und zwar solches, vermöge dieses Axioms, daß die Würkungen je und allezeit ihren Würk-Ursachen proportional seynd: so, daß wir nun also diese Würk-Ursachen, vor die Quadrate derer Geschwindigkeiten u^2, substituiren können. Alhier seynd die Würkungen nichts anders, als diejenigen Lasten, die von der neuen Elasticität oder von dem neuen Ausdehnungs-Vermögen,

erhal-

erhalten oder getragen werden, und das, was dem flüßigen Wesen, diese Krafft und Stärke giebet, ist diejenige Sache selbst, welche die Hitze vermehret.

Bey dem Pulver, finden sich zwey Dinge, welche miteinander oder auch absonderlich, zu der Veränderung derer Hitz-Grade, Beytrag thun, nemlich, die Pulver-Mengen und die Räume.

Vergleichen wir zwey gleiche Räume; so ist gewiß, daß, weilen solchenfalls die Pulver-Mengen, als ungleich, angesehen werden, die Dichte des flüßigen Wesens, die zu einem Theil der Feder-mäßigen Ausdehnung, beyträget, durch $\frac{q}{c}$ und $\frac{Q}{C}$ ausgedruckt werden kan. Die Hitze, welche zu dem andern Theil das ihrige beyträget, indeme sie mit der Dichte zugleich würket, giebt annoch folgends, dem flüßigen Wesen, alle mögliche Elasticität. Die Würkungen dieser Hitze, welche durch u^2 verursachet werden, seynd um so viel mehr oder weniger gröser, als die Würk-Ursache, oder deutlicher zu reden, die Menge des flüßigen Wesens, ist um so mehr oder weniger gröser: Mithin können wir nun also, die Menge des flüßigen Wesens, vor das Quadrat der Geschwindigkeit, substituiren, weilen die neue Ausdehnungs-Krafft, die durch u^2, verursachet wird, von derselben abhanget. Wir leiten also aus der

For-

Formul $\frac{Squ^2}{c}$, diese andere $\frac{Sq^2}{c}$, her, insofern wir nemlich q vor u^2, substituiren: Und nunmehro ersehen wir, daß die Druckungen gegen die gleichen Flächen oder gleichen Scheide-Wände S, sich unter sich verhalten, wie die Quadrate derer Mengen des flüßigen Wesens, wann die Räume gleich groß seynd.

Vergleichen wir zwey ungleiche Räume gegeneinander, in denen gleiche Mengen entflammten Pulvers befindlich, und supponiren allezeit den Effect, gegen gleiche Mündungen oder Scheide-Wände; so werden die Dichtheiten der Flamme, wie vorhin allezeit, durch diejenige Verhältnis exprimiret, welche gerad aus oder directe aus der Verhältnis derer entflammten Pulver-Mengen, und aus der umgekehrten Verhältnis derer Räume, zusammengesetzet wird, und also nemlich durch $\frac{q}{c}$ und $\frac{q}{C}$ ausgedruckt oder angegeben. Allein, die Hitzen, die einen neuen Grad der Elasticität verursachen, sind verschieden oder ungleich, weilen sie in ungleichen Räumen angebracht und ausgebreitet seynd, folglich auch ihr von u^2 herkommender Effect, ungleich, jedoch aber proportional und durch dasjenige auszudrucken seyn muß, was die Veränderung der Hitze, gewürket hat. Wir können denn also diese Würk-

Ursachen, in denen Formuln $\frac{Squ^2}{c}$ und $\frac{Sqv^2}{C}$, vor die Quadrate derer Geschwindigkeiten, substituiren. Hier in diesem Fall aber, da die entflammten Pulver-Mengen einander gleich seynd, verhalten sich die durch u^2, und v^2, gewürkten Elasticitäten oder Ausdehnungen, wie die Kammern oder Räume umgekehrt, weilen diese Räume oder Kammern einzig und allein diejenigen Dinge sind, die die Hitzen mäßigen. Wir können dann also $\frac{1}{c}$ vor u^2, und $\frac{1}{C}$ vor v^2, substituiren; so verwandeln oder reduciren sich die Formuln $\frac{Squ^2}{c}$, $\frac{Sqv^2}{C}$, auf $\frac{Sq}{c^2} = \frac{1}{c^2}$ und $\frac{Sq}{C^2} = \frac{1}{C^2}$. Folglich, stehen die Kräffte ungleicher Pulver-Mengen, die in ungleichen Kammern, und gegen gleichgrose Mündungen oder Schied-Wände, würken, mit denen Quadraten derer Kammern oder Räume umgekehrt, in einerley Verhältnis.

Ich habe die Sache, aus ihr selbst, erwiesen, indeme ich alles dasjenige schlechtweg in Erwegung gezogen, was in diesen beyden Räumen oder Kammern vorgehet. Allein der Zusammenhang meiner hier angegebenen Grund-Sätze, ist so beschaffen, daß ich diesen nemlichen Fall, auch annoch durch den ersten, erweisen

sen will, aus welchem ich denselben herzuleiten vermag. Wir wollen uns demnach beständig fort einbilden, wir hätten zwo ungleiche Kammern oder Räume, in denen gleiche Pulver-Mengen enthalten wären (worbey wir die Kammer-Mündungen, von gleicher Größe, supponiren); So haben wir dann die Formuln $\frac{qv^2}{c}$ und $\frac{qv^2}{C}$. Wann in denen beyden Pulver-Kammern, in der Verhältnis wie c zu C stehende Pulver-Mengen, enthalten wären; So ersehen wir, daß die Dichten und die Hitzen, in denenselben beyderseits gleich stark seyn müßen. Formiren wir also folgenden Proportions-Satz: $c:q = C:\frac{Cq}{c}$; So exprimiret dieser vierte Terminus $\frac{Cq}{c}$ eine solche Pulver-Menge, welche so beschaffen, daß, wann sie in der Kammer C, in volle Flamme geriethe, die Hitze und Dichte in derselben, der Hitze und Dichte in der Kammer c, gleich seyn würden, und wir hätten vor solchen Fall, die Formuln: $\frac{\frac{Cq.u^2}{c}}{C}$ und $\frac{q.u^2}{c}$. Vergleiche ich $\frac{\frac{Cqu^2}{c}}{C}$, mit $\frac{qv^2}{C}$;

So

So bemerke ich, daß, wann in gleichen Kammern, die Mengen des flüßigen Wesens, $\frac{Cq}{c}$ und q, ungleich seynd, die Quadrate derer Geschwindigkeiten, sich durch die Mengen, exprimiren lassen. Mithin ist also $u^2 = \frac{Cq}{c}$, und $v^2 = q$. Nehmen wir nun jetzo, unsere zwey ersteren Formuln, wieder vor die Hand, nemlich $\frac{qu^2}{c}$ und $\frac{qv^2}{C}$, und substituiren in dieselben, an die Stelle derer beyden Geschwindigkeiten u^2 und v^2, ihre kaum vorher angewiesenen Valores; So finden wir, daß $\frac{qu^2}{c} = \frac{Cq^2}{c^2}$, und daß $\frac{qv^2}{C} = \frac{q^2}{C}$. Nun verhält sich aber $\frac{Cq^2}{c^2}$ zu $\frac{q^2}{C}$; Wie $\frac{1}{c^2}$ zu $\frac{1}{C^2}$. Folglich verhalten sich die Druckungen gegen gleich grose Kammer-Mündungen, bey ungleichen Kammern, in denen eine gleiche Menge entflammten Pulvers befindlich, wie die Quadrate dieser Kammern umgekehrt, wie wir solches oben schon angezeiget haben.

Wann die Pulver-Mengen und Kammern unter sich ungleich seynd; (Wir supponiren noch immer die Kammer-Mündungen S, in einem wie in dem andern Fall, gleich groß); So

exprimiren die Formuln $\frac{q}{c}$ und $\frac{Q}{C}$, allezeit diejenigen Elasticitäten oder Ausdehnungs-Kräffte, die einig und allein nur von denen Dichten der Flamme, verursachet werden: Diejenigen aber, die von der Hitze gewürket werden, geben die Quadrate u^2 und v^2 von denen Geschwindigkeiten an. Wir ersehen aber aus der Untersuchung dieses Falls, daß jedes Quadrat derer Geschwindigkeiten, sich ausdrucken läßet, durch diejenige Verhältnis, welche aus der Verhältnis derer Pulver-Mengen, directe oder ordentlich genommen, und aus der Verhältnis derer Kammern, umgekehrt genommen, durch die Multiplication zusammen gesetzet wird. $\frac{q}{c}$ ist also $= u^2$, und $\frac{Q}{C} = v^2$. Denn, nunmehro müssen wir unumgänglich in die Valores oder Werthe von denen Quadraten derer Geschwindigkeiten, diejenigen beyden Größen mit einfliesen laßen, welche die Hitzen mäßigen. Dieses giebet uns indessen so viel zu erkennen, daß, wenn die Kammern und die Pulver-Mengen, ungleich seynd, die Würkungen gegen gleiche Mündungen oder gegen gleiche Theile derer Kammer-Flächen, in eben der Verhältnis stehen, welche aus der Verhältnis von denen Quadraten derer

Pul-

Pulver-Mengen directe genommen, und aus der Verhältnis von denen Quadraten derer Kammern, inverse genommen, durch deren Multiplication, zusammen gesetzet wird.

Wir finden das nemliche, wenn wir gegenwärtigen Fall, durch die zwey vorhergehenden, untersuchen. Die Formuln sind: $\frac{qu^2}{c}$ und $\frac{Qv^2}{C}$. Setzen wir voraus, es wäre in der Kammer C, an statt der Pulver-Menge Q, nicht mehr als nur die Pulver-Menge q, enthalten; So haben wir also vor solchen Fall, die Formuln $\frac{qu^2}{c}$ und $\frac{qv^2}{C}$. Solche reduciren sich vermöge des zweyten Falls auf $\frac{q}{c^2} = \frac{1}{c^2}$ und $\frac{q}{C^2} = \frac{1}{C^2}$, denn wir haben im vorhergehenden ersehen, daß $\frac{qu^2}{c} : \frac{qv^2}{C} = \frac{1}{c^2} : \frac{1}{C^2}$. Vergleichen wir nun jetzo die Formul $\frac{qv^2}{C}$, mit $\frac{QV^2}{C}$; So reduciren sie sich vermöge des ersten

Falls auf q^2 und Q^2, nemlich, $\frac{q u^2}{C} : \frac{QV^2}{C} = q^2 : Q^2$. Formiren wir nun aus diesen beyden Verhältnißen eine zusammengesetzte Verhältnis (Relationem compositam); So bekommen wir: $\overline{\frac{q u^2}{c} \cdot \frac{q v^2}{C}} : \overline{\frac{q v^2}{C} \cdot \frac{QV^2}{C}} = \frac{q u^2}{c} : \frac{QV^2}{C} = \frac{q^2}{c^2} : \frac{Q^2}{C^2}$, welches eben die nemliche Verhältnis ist, die wir oben albereit gefunden haben: Und also 2c. 2c.

General-Formul vor die Würkungen und Kräffte des Pulvers in allen Fällen.

Die General-Formul ist $\frac{Squ^2}{c}$, und aus denen vorhergehenden drey Fällen folget, daß wir vor das Quadrat der Geschwindigkeit u^2, allezeit $\frac{q}{c}$, substituiren können: Weilen die Hitzen, nicht anders als auf dreyerley Art, modificiret oder gemäßiget werden können, welche wir oben albereit untersuchet haben. Substituiren wir also $\frac{q}{c}$, vor u^2; So erhalten wir die

neue

neue General-Formul $\frac{Sq^2}{c^2}$, aus welcher wir unmittelbar diesen Satz folgern, nemlich, daß, wenn die Pulver-Kammern oder Räume, gleich groß seynd, die Kräffte sich unter sich verhalten, wie die Quadrate derer entflammten Pulver-Mengen. Und dieses ist der erste Fall.

Wann die Pulver-Kammern ungleich, die Pulver-Mengen aber gleich seynd; so verhalten sich die Kräffte, wie die Quadrate derer Kammern umgekehrt. Und dieses ist der zweyte Fall.

Wann die Kammern, und die Pulver-Mengen ungleich seynd; So stehen die Kräffte, mit denen Quadraten derer Pulver-Mengen directe oder ordentlich, und mit denen Quadraten derer Kammern umgekehrt, in zusammengesetzter Verhältnis. Und dieses ist der dritte Fall.

Wir haben hier allenthalben die Fläche der Kammer, S, gleich groß supponiret, weilen die Ausdehnung der Fläche, sich weder auf die Dichte der Flamme, noch auf die Hitze beziehet, welche, wie wir albereit angemerket haben, beyderseits von nichts anders, als von der Pulver-Menge und der Kammer, abhangen. Die Kammer-Fläche S, ist inzwischen allezeit in der Formul mit gegenwärtig. Sie determiniret

die Kräffte gegen alle und jede Flächen, nach Beschaffenheit des Falls, den man zu untersuchen vorhat. Und also bemerket die Formul: $\frac{Sq^2}{c^2}$, wenn wir denen dreyen Buchstaben S, q, c, drey verschiedene Valores geben, die Verhältnis derer Pulver-Kräffte, in allen und jeden möglichen Umständen, aufs genaueste. Wir werden die Anwendung und Nutzbarkeit dieser Ausdruckung, in der ganzen Folge dieser Schrifft allzuwohl gewahr werden.

Die kugelförmigen und cylindrischen Kammer-Flächen, leisten den grösten Wiederstand.

Nur aber ein Wort, im Vorbeygehen, von denen Kammer-Flächen zu melden, wollen wir folgende Anmerkung machen. Wann die Pulver-Mengen und Pulver-Kammern, einerley bleiben, die Kammer-Flächen aber ungleich groß seynd; so verhalten sich alsdann die Kräffte oder Druckungen, welche diese Kammer-Flächen auszustehen haben, wie diese Flächen selbst. Woraus dann also zu ersehen, daß die Kugel- oder Cylinder-förmige Kammer, diejenige ist, welche der Entflammung einer gewißen festgesetzten Menge Pulver, am besten wiederstehet. Supponiren wir eine hohle metallene Kugel oder Orbe, und einen anders geformten Cörper von eben

eben dem Metall und gleicher Dicke, dessen innere Hohlung, der Hohlung der Kugel, gleich ist; So ist dessen Hohlung, dem Flächen-Gehalt nach nur grösser: Denn unter allen Cörpern, ist die Kugel, derjenige, der den kleinesten Flächen-Gehalt besitzet. Nothwendig muß also in einer kugel-förmigen Kammer, die Druckung gegen ihre Wand-Fläche, geringer seyn, als gegen die Wand-Fläche eines andern Cörpers.

Mit dieser Ursach verbindet sich noch eine andere, welche gleichermaßen zeiget, daß die kugelförmige Figur, zum Wiederstehen, sich am allerbesten schicket. Supponiren wir zwey geradlinichte ungleiche jedoch ähnliche Flächen, deren Puncte insgesammt gleich schwehr seynd; So ist augenscheinlich, daß der Nachdruck aller dieser Puncte, sich in dem Mittelpunct der Schwehre von jedem dieser Flächen, zusammenvereinbahret, und der Mittelpunct der grössern Fläche, mehr belästiget ist, als der Mittelpunct der kleinern; Diesen Grundsatz wollen wir nunmehro anzuwenden suchen. Wir können uns die Flächen derer Cörper so vorstellen, als bestünden sie aus einer unzehligen Menge kleiner geradlinichten Flächen, welche die Cörper berühreten. Alle diese sehr kleine Flächen, sind in der Fläche der Kugel, gleich groß. Und weilen die Dicke des Metalls und der Zusammenhang seiner Theile allenthalben gleich seynd; So kan

 ohn-

ohnmöglich eine von diesen kleinen Flächen, demjenigen Nachdruck, mit welchem sie belästiget seynd, eher nachgeben, als eine andere: Denn dieser Nachdruck ist allenthalben gleich stark: weilen jede kleine Fläche, von einer gleichen Anzahl kleiner Wirbel, berühret wird, welche vermöge einer gleich starken Central-Krafft, perpendiculär, gegen diese Fläche drucken. Sie müßen also nothwendig alle zusammen, heftig wiederstehen: Oder, wenn sie insgesamt zugleich nachgeben oder weichen, müßen alle Theile der hohlen Kugel, sich auf einmal voneinander sondern, worzu dann allerdings eine ausserordentliche starke Gewalt, nöthig wäre. In einer andern Figur hergegen, wo solcher kleinen Flächen wenigstens mehr vorhanden seynd, als an der Kugel, hat unter ihnen kein Gleichgewicht statt, und der Riß geschiehet sehr geschwind, und zwar in der grösten Berührungs-Fläche, weilen ihr Mittelpunct der Schwehre, in welchem sich der Nachdruck zusammen vereinbahret, weit mehr belästiget ist, als je eine andere, oder kurz und gut, weilen solchenfalls der Hebels-Arm länger ist.

Gleichermaßen, in zweyen hohlen Kugeln, die ungleich hohl, aber von gleichen Metall-Dicken sind, und in denen solche Pulver-Ladungen befindlich, die sich verhalten, wie die hohlen Räume, weilen solchenfalls die Wirbel einander gleich seynd, wird jeder Punct der innern

Fläche

Fläche, mit nichten mehr gedruckt, und leidet keinesweges mehr Nachdruck auf einer Seiten als auf der andern: Und dannoch wird die grössere hohle Kugel eher zerspringen, als die kleinere. Diese Art von Wiederspruch ist aber in der Formul kein Wiederspruch. Sie zeiget, daß die Total-Druckungen sich verhalten, wie die Hohlungs-Flächen. Sie zeiget noch überdeme, daß jeder Punct gleich stark gedruckt wird. Ein mehreres kan und muß man von ihr nicht fordern. Uns lieget ob, wohl zu bemerken, daß, wenn wir uns eine gleiche Anzahl von solchen unendlich kleinen einander ähnlichen Flächen, in denen innern Wand-Flächen zweyer hohlen Kugeln, einbilden, der Quadrat-Inhalt von denen kleinen Planis der grösern Kugel, sich zu dem Quadrat-Inhalt von denen der kleinern Kugel zugehörigen, eben so verhält, wie die Wand-Flächen derer hohlen Kugeln, sich selbst gegeneinander verhalten. Diese grössern kleinen Plana enthalten also mehrere schwehre Puncte, als die kleinern, und ihr mehr belästigter Mittelpunct der Schwehre, ist dahero gezwungen, nachzugeben, und um so eher dem Umsturz unterworfen. Wollte man aber haben, daß diese hohlen Kugeln gleich starken Wiederstand thun sollen; so muß ihnen eine solche Metall-Stärke gegeben werden, die in eben der Verhältnis stehet, wie die Zunahme des Zersprengung-Nachdrucks: Welches wir nunmehro bald angeben wollen. Vorhero aber,

wird

wird es nicht undienlich seyn, annoch etwas von der Entzündung des Pulvers zu gedenken, und unsere unterbrochene Abhandlung, wiederum vor die Hand zu nehmen.

Das Pulver entzündet sich kugelförmig.

Die Entdeckung, so wir von derjenigen Ordnung und Stellung gemacht haben, in welche nothwendiger weise die Thile des entzündeten Pulvers gerathen müßen, wann sie Wirbel formiren, zeiget von sich selbst schon, ohne darbey Erfahrungen zu Hülfe zu nehmen, daß, wann es sich entzündet, es sich in Gestalt einer Kugel verdünnet, und sich, in einem gleich artigen flüssigen Wesen, nach allen Seiten, gleich ausbreitet. Dieses ist denen Wirbeln eigen. Wir wollen aber inzwischen dennoch auch die Erfahrung hierinnen mit zu Rathe ziehen.

Erste Erfahrung.

Auf einem glatten und ebenen Tische, in einem Zimmer, wo alles genau verschloßen war, und also die Lufft keinen Wind-Strich dadurch machen konte, legte man in den Mittelpunct einer grosen Anzahl concentrischer Circul, eine gewiße Menge Pulver, und auf eben der Circumferenz, an zwey oder drey, wenigstens in der halben Circul-Weite, entferneten Orten, ein wenig Pulver-Staub oder Zündkraut; So

ist dann allezeit geschehen, daß, wenn man im Mittelpunct angezündet, entweder, diese zwey oder drey kleine Pulver-Häuflein, zugleich miteinander, oder keiner von ihnen, entzündet worden.

Zweyte Erfahrung.

Hier folget noch ein anders Experiment. Man verfertiget einen Cubum oder Würfel, aus sechs wohl und nett zusammen geleimten starken Papier-Blättern. In die Mitte des obern Blatts macht man ein viereckigtes Loch. An die untere Fläche desselben, leimet man, nur an der einen Seite, ein anderes Papier an, das etwas gröser ist, als das Loch, welches Papier, hier gleichsam die Stelle eines Ventils vertritt. Durch dieses Loch läßet man bis in den Mittelpunct des Würfels, ein kleines Becken oder eine kleine Schaale, die an dreyen Fäden befestiget und mit Pulver versehen, hinabgehen. Diese drey Fäden müßen hernach in einen einigen zusammen gehen, und durch die Mitte des Ventils solchergestalt durchgesteckt werden, daß sie das Ventil verschloßen halten, wann hernach der Würfel an diesem Faden aufgehangen wird. Das Pulver wird vermittelst einer Stupine oder Zündschnur angezündet, welche durch ein kleines Loch hindurch gehet, das mitten in der kleinen Schaale angebracht ist. Das eine Ende der Schnur ist mitten im Pulver, das ande-

re Ende aber, entzündet sich alsobald, so bald nur Feuer daran kommet. Ich setze hier voraus, daß die Ladung stark genug sey; So wird alsdenn die Verdünnung und Ausdehnung des Pulvers, aus diesem Würfel, eine vollkommene Kugel formiren, ausgenommen einige Ungleichheiten an denen Orten, wo das Papier doppelt und zusammen geleimet worden.

Dieses Experiment kan zugleich auch darzu dienen, die Ausdehnungs-Gewalt des Pulvers zu ermeßen, wenn wir nemlich, mehrerer Schärfe und Gewißheit willen, diejenige mittlere Proportional-Quantität des Pulvers darzu nehmen, die zwischen derjenigen, welche den Würfel völlig zerreißet, und der letztern, die solchen gar nicht zerrißen, statt hat.

Bey der Vollziehung dieses Experiments, pfleget es zu geschehen, daß der Würfel, in dem Augenblick der Entzündung, sich in etwas erhebet. Diese Würkung geschiehet keinesweges etwan aus einer Neigung, die das Pulver haben sollte, aufwärts mehr zu schlagen, als sonst nach einer andern Seite. Nein! sondern sie kommt vielmehr bloß daher, daß es mehr aufwarts schläget, als unterwarts, wegen der kleinen Schaale, die dessen Würkung in etwas gehindert. Bey denen Experimenten, ist nicht der geringste Umstand gleichgültig. Der nemliche Effect kan auch daher kommen, weilen der Nachdruck des Pulvers gegen die kleine Schaale,

le, den Faden ausdehnet, welcher, wann er sich hernach wiederum zusammen ziehet, durch seine Schnellung, den Würfel oder die Kugel in die Höhe hebet.

Ich habe Pulver angetroffen, welches bey seiner Entzündung einen 5600 mal grösern Raum, in Ansehung seiner Flamme, einnahm. Man hat dessen gefunden, das nur einen 4000 mal grösern Raum eingenommen.

Gleichförmige Geschwindigkeit der Entzündung bey Lauf-Feuern, da das Pulver allenthalben gleich breit gestreuet worden.

Die Flamme durchlauft ein in die Länge und zwar gleich breit gestreuetes Pulver, mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit. Die offt wiederholten Experimente bekräftigen solches: Und die Theorie entdecket keine Ursach, warum die Entzündung auf solche Art, nicht geschehen sollte. Ein 20 Schuhe langer Pulver-Haufen, der in jedem Längen-Zoll, einen Cubic-Zoll Pulver enthält, brauchet zu seiner gänzlichen Entzündung, mehr nicht, als eine Secunde, Zeit. Ein dergleichen Lauf-Feuer, wird also zwo Secunden Zeit, von nöthen haben, wann dessen Länge, 40 Schuhe beträget.

Die Geschwindigkeit in denen Lauf-Feuern ist ungleich, wann sie ungleich dick seynd.

Vergleichen wir aber die Geschwindigkeiten der gänzlichen Entzündung zweyer ungleichen Pulvermengen gegeneinander, die zwey Lauf-Feuer von gleicher Länge formiren, und an denen das übrige alles gleichförmig ist; Als zum Exempel, wenn bey dem einen Lauf-Feuer, jeder Längen-Zoll, 8 Cubic-Zoll, Pulver enthielte, das andere Lauf-Feuer aber nur einen einigen Cubic-Zoll; So verhalten sich die Entzündungs-Geschwindigkeiten, wie die Cubic-Wurzeln aus denen Pulver-Mengen. Die Ursach hiervon ist diese: Ein entzündetes Pulver-Korn, verdünnet sich nach einem gewißen festgesetzten Grad. Es nimmt z. E. einen 5000 mal grösern Raum ein. Gleiche Beschaffenheit hat es auch mit einer grösern Menge. Allein die Ausbreitung oder Ausdehnung, ist kugelförmig. Bey denen ungleichen Pulver-Mengen zweyer Lauf-Feuer, die an ihren äusern Enden, in einem einigen Augenblick, zugleich miteinander angezündet werden, wird nun also das Feuer, in dem nemlichen Augenblick, bis an das äusere Ende des Radii derer feurigen Activitäts-Kugeln, fortgeleitet. Diese Radii aber, verhalten sich gegeneinander, wie die Cubic-Wurzeln aus denen Feuer-Kugeln, oder aus denen Pulver-Mengen: Und also ꝛc. ꝛc.

Nach

Nach welcher Verhältnis, die Gewalt des Pulvers, in gleichen Zeiten, zunimmt.

Von der erstaunlichen Zunahme der Gewalt des Pulvers, nach Beschaffenheit der Menge desselben, so entzündet wird, einen richtigen Begriff anzugeben, wollen wir uns eine Kugel von Pulver einbilden, die, so es gefällig, in einer hohlen unbeugsamen Kugel eingeschlossen wäre, welche solchergestalt dem Pulver gleichsam zur Umfassung dienete. Wir wollen annehmen, der Radius dieser Pulver-Kugel, wäre in eine unendliche Anzahl von gleichen Elementen eingetheilet. Alle diese Elemente, seynd nichts anders, als Dicken ungleicher hohlen Kugeln, welche sich unter sich gegeneinander verhalten, wie der Unterschied derer Cuborum ihrer Radiorum. Die Dicken derer hohlen unbeugsamen Kugeln, können angesehen werden, als die beständigen oder unveränderlichen Längen verschiedener Lauf-Feuer-Haufen, deren Bases oder Anfänge, die Flächen oder innern Wände derer hohlen Kugeln seynd oder ausmachen. Diese Bases oder Wände, nehmen aber in eben der Verhältnis zu, so wie die Quadrate derer Radiorum grösser werden. Folglich müßen diese Lauffeuer-Haufen, mit solchen Geschwindigkeiten durchlaufen werden, die sich unter sich verhalten, wie die Cubicwurzeln aus denen Pulver-Mengen, welche durch die Quadrate derer Radiorum, ex-

primiret werden können: Und die bey jedem Lauf-Feuer-Haufen, mit der Entzündung, zugebrachten Zeiten, stehen in eben dieser Verhältnis, aber umgekehrt; Folglich, lassen sich diese Zeiten, durch $\frac{1}{\sqrt[3]{r^2}}$ ausdrucken. Allein, $\frac{1}{\sqrt[3]{r^2}}$, ist nicht anders als ein Bruch, der durch die Vergrösserung vom Radio r, abnimmt oder kleiner wird. Die Flamme, durchlauft dann also in der Kugel, in beständig abnehmenden Zeiten, gleiche Theile des Radii, und umgekehrt hergegen, durchlauft sie in gleichen Zeiten, beständig zunehmende Theile oder Größen des Radii. Weilen nun die durchlaufenen oder zurückgelegten Theile des Radii, beständig grösser werden, wehrend die Zeiten beständig, und unveränderlich verbleiben, und die Kräffte von in einerley Kammern entzündetem Pulver-Mengen, sich unter sich verhalten, wie die Quadrate derer Pulver-Mengen; So stehen sie dann also in einer grösern Verhältnis, als die sechsten Dignitäten oder Potenzen dererjenigen Zeiten, die vom Anfang der Entzündung an, verflossen seynd. Bleiben wir nur bey der sechsten Dignität dieser verfloßenen Zeiten oder des Radii stehen, bey welchem ich deshalben voraus setze, daß gleiche Theile desselben, in gleichen Zeiten durchlaufen worden seynd; So finden wir, daß, wann zu Ende der ersten Tertze, die Gewalt

oder

oder der Nachdruck gegen die Kammer-Wände, durch die Unität ausgedruckt wird, derselbe zu Ende der zehenden Tertze, 1000000 beträget.

Das Quadrat des grösten Theils derer endlichen Zahlen, verfällt in die Ordnung des unendlichen, und die sechste Dignität dieser nemlichen Zahlen, ist von der Ordnung ∞^2. Diese erschreckliche Zunahme und Verstärkung, muß nothwendig um so mehr die Verwunderung einer erstaunlichen Anzahl von Würkungen verhindern und aufheben, deren Geheimnis und Verborgenes die Geometrie, klar entdecket.

Die Dicken oder Metall Stärke derer Stucke.

Vorhergehende Anmerkungen um so nutzbärer und unentbehrlicher zu machen, will ich dieselben an denen Stucken und Canonen anwenden, und diejenige Dicke oder Stärke untersuchen, die man ihnen gebührlich geben muß, um demjenigen Nachdruck vollkommenen Wiederstand zu leisten, den sie aushalten müßen.

Es ist gewiß, daß unter allen Figuren, die man denen Pulver-Kammern geben kan, diejenige, die eine geschwindere Entzündung bewürket, die beste ist. Die kugelförmige Kammer hat diese Eigenschafft. Denn, weilen sie den grösten cubischen Raum-Gehalt, unter der kleinesten Wandfläche einschliefset; So seynd alle

Pulverkörner in derselben viel näher beysammen; und wann das Feuer in ihren Mittelpunct hinein gebracht werden könnte; so haben wir aus dem kaum vorhergehenden ersehen, wie groß und erstaunlich die Zunahme seiner Gewalt seyn würde. Wenn auch würklich das Feuer durch das Zündloch nur bis an des Pulvers Oberfläche hingebracht würde; so ist unstrittig, daß das Pulver in dieser Kammer, eher gänzlich entzündet wird, als je in einer andern Kammer.

Der Vortheil derer kugelförmigen Kammern.

Der Vortheil derer kugelförmigen Kammern vor allen andern, entspringet also aus der schleunigen Entzündung, welche der Kugel eine um so hefftigere Geschwindigkeit giebet, mithin erlaubet, daß das Stuck um ein ansehnliches kan verkürzet werden, wodurch so viel gewonnen wird, daß weit bequemer mit demselben umzugehen, und solches auch viel leichter von Ort und Stelle zu schaffen. Sie kosten auch überhaupt nicht so viel. Ohngeachtet dieser grosen Vortheile, haben dennoch diese Kammern solche Fehler, daß man derenthalben von ihnen abgegangen. Und die Practik hat für die Kanonen, zum Vortheil derer Cylinderförmigen Kammern das Urtheil gesprochen. Die kugelförmigen Kammern seynd für die Mörser sehr gut, bey denen, wegen ihrer sehr kurzen Länge, noth-

nothwendig sich eine große Menge Pulver schleunig entzünden muß, um eine solche Last, als eine Bombe, geschwind fortzujagen. Die Lavete eines Mörsers ist allezeit stark genug, dem Nachdrucke und Stoße zu wiederstehen, den eine sehr geschwinde Entzündung bewürket, und die Axe eines Mörsers ist kurz genug, daß man die Hand bis auf den Boden der Kammer hinein bringen kan, um solche zu reinigen und auszuputzen. Das Feuer so in derselben zuruckgeblieben seyn könte, ist also hier nicht zu befürchten:

Bey denen Canonen sind sie gefährlich.

Da hergegen bey einer Canone kein Wischkolbe anzutreffen, der solche Kammer ausreinigen könte, und wohl zum öfftern schon geschehen, daß, wenn man sich genöthiget gesehen, geschwind hintereinander weg zu schiesen, verschiedenen Canoniers, im Laden die Arme vom Leibe seynd weggerißen worden.

Total- oder gesammte Würkung in der Kugel, wovon der Zerreiß- oder Zersprengungs-Nachdruck abhanget.

Diejenige Dicke oder Metallstärke anzugeben, welche die Kammern derer Stucke gebührlich haben müßen, bey der kugelförmigen angefangen; müßen wir die Zerreißungs- oder Zersprengungs-Gewalt einer Kugel zu erfahren suchen,

chen, und dahero in Betrachtung ziehen, daß die entgegen gesetzten Kräffte, welche zu zerreissen suchen, gegen zwey Halbkugeln würken, und daß der Bruch oder Riß, keineswegs in einem einigen Punct geschehen muß, sondern in einem Circul: Jch will sagen, in der grösten Krone. Wir setzen hier voraus, die Kugel sey völlig mit Pulver angefüllet. Der Nachdruck derer kleinen Wirbel, geschiehet allezeit perpendiculär gegen die Puncte, gegen welche sie drucken. Supponiren wir die Fläche einer hohlen Kugel vollkommen vereinbaret; so laufen alle Directionen derer Druckungen miteinander im Mittelpunct zusammen. Eine Halbkugel suchet keinesweges, durch die Summe dieser gleichen Druckungen, von der andern Halbkugel abgesondert zu werden. Wir müßen die perpendiculäre Druckung AB, (Fig. 2.) die sich durch den Radium ausdrucken läßet, in zwey andere Kräfte BC, BD, decomponiren oder abtheilen, deren Directionen einen geraden Winkel formiren, und denen beyden Seiten eines rechtwinklichten Trianguls, gleich seynd, deßen Hypothenusa oder längste Seite, die absolute Krafft oder Gewalt eines Wirbels, nemlich, die durch den Radium der Kugel exprimirte perpendiculäre Krafft, ausdrucket; Alsdann uns ferner vorstellen, daß eine von diesen Kräfften BC, dem grosen Circul, parallel agiret, in welchem der Bruch oder Riß geschehen soll, weshalben dieser Nachdruck, hierzu gar nichts beyträget: der andere aber,

BD,

BD, der sich hierzu gänzlich anwendet, unter einer dieser Fläche perpendiculären Direction agiret, folglich diese beyden Kräffte, von denen die eine verlohren gehet, gegen die Fläche der hohlen Kugel, eine schräge Druckung ausüben; wodurch es dann geschiehet, daß diejenige, BD, die hier angewandt wird, allezeit kleiner ist, als die absolute Krafft BA, und zwar um so viel kleiner oder schwächer, je an einem unvortheilhaftigern Ort sie sich befindet, das ist, je kleiner der Winkel BAD befunden wird. Es lässet sich dannenhero also diese Krafft, durch den Sinum desjenigen Winkels ausdrucken, welchen der Radius BA oder der perpendiculäre Nachdruck, mit dem Radio der Grundlinie AE formiret, die sich in der Zersprengungs-Fläche befindet, gegen welche der Nachdruck DB, der gegen die hohle Kugelfläche schräg und die Zersprengung zu vollbringen würket, perpendiculär gehet.

Fig. 3. Zufolg vorhergehender deutlichen Vorstellung, wollen wir uns nunmehro ein Viertheil eines Circuls ABC einbilden, bey welchem der Ursprung derer Abscissen CP = x, im Mittelpunct C sey; In welchen auch zugleich noch unendlich viele Ordinaten PM = y vorhanden, die denen Abscissen x, perpendiculär stehen, um deren Axe, eine Revolution oder Herumdrehung geschähe. Eine jede von denen Ordinaten y, beschreibet also in dieser Bewegung einen

nen Circul, dessen Circumferenz $= \frac{Cy}{R}$. Multipliciren wir diese Circumferenz, durch $\sqrt{dx^2 + dy^2} = du$, als nemlich durch das Element des Circul-Bogens; so bekommen wir $\frac{Cy}{R} \sqrt{dx^2 + dy^2}$, vor den Werth einer unendlichen schmalen Zone oder Kugel-Gürtels: und diese Zone ist zugleich auch das Element der Kugelfläche. Da nun aber das Quadrat von jeder Ordinate $y^2 = r^2 - x^2$, vermöge der Eigenschafft des Circuls; so haben wir dann also $dy = -\frac{xdx}{y} = \frac{-xdx}{\sqrt{r^2 - x^2}}$, und $dy^2 = \frac{x^2 dx^2}{r^2 - x^2}$. Setzen wir nunmehro in das Element, an statt derer y und dy^2, ihre Valores in Abscissen x; so finden wir $\frac{Cy}{R} \sqrt{dx^2 + dy^2} = Cdx$. Exprimiren wir nun jetzo den perpendiculären Nachdruck gegen jeden Punct der hohlen Kugelfläche durch R; so können wir sagen, daß ein jeder von diesen Puncten, wie R wiegt oder schwehr ist, und sich mit dieser Gewalt, nach der Direction des Radii, abzusondern suchet. CRdx ist dann also die Ausdruckung der Schwehre von jeder Zone oder von jedem Element der Schwehre der Halbkugel, durch welche ihre Puncte unter der Direction des Radii suchen eingestürzet zu werden: Und CRx, als Summe oder Integrale

tegrale dieser Differentielle, oder CR^2, wenn wir nemlich $x = R$ supponiren, ist die Summe des perpendiculären Nachdrucks, gegen die innern Wandflächen der Halbkugel.

Die Zersprengungs-Gewalt in der Kugel.

Endlich zu den Zersprengungs-Nachdruck zu gelangen, multipliciren wir, zufolge unserer albereit gemachten Anmerkung, die Zone oder den Kugel-Gürtel CDx, durch die Ausdruckung derjenigen Zersprengungs-Krafft, welche die ganze Zone, der Sprengungsfläche parallel, zu entfernen suchet. Wir müßen uns zuruck entsinnen, daß die Revolution unseres Quadratens AMMBC, um die Axe derer vom Centro C an gerechneten Abscissen x geschehen. Der Abstand von jeder Zone CP, vom grosen Kugel-Circul, wird also durch x ausgedruckt. Und eben dieses x, ist nichts anders, als der Sinus desjenigen Winkels der formiret wird einerseits durch den Radium CM, der gerad demjenigen Puncte perpendiculär ist, welchen dieses x oder MN, so ihme parallel ist, schräg drucket, und andern theils durch den Radium der Zersprengungs-Fläche CB, mit welcher Fläche MN, perpendiculär ist. Derjenige Theil dieses Radii, nemlich NC, der zwischen der Extremität N, des Sinus, und dem Mittelpunct C, enthalten, ist die Ausdruckung derjenigen Krafft, die

nicht zu der Zersprengung angewandt wird. Die Abscisse x, exprimiret einig und allein den Total- oder gesammten decomponirten oder abgetheilten Nachdruck, der die Zersprengung zu bewürken suchet. Multipliciren wir nun also das Element Cdx durch x; so kommt Cxdx vor denjenigen Nachdruck, den jede Zone auszustehen hat, oder so es gefällig, vor diejenige Last, mit welcher jede Zone, nach der Zersprengungs-Direction MN, welche der Zersprengungs-Fläche perpendiculär stehet, angestrenget und fortgezogen wird. S, Cxdx ist also $= \frac{1 Cx^2}{2}$, wenn wir nemlich $x = R$ annehmen. Mithin haben wir $\frac{C.R^2}{2}$ vor das Maas des Zersprengungs-Nachdrucks der Halbkugel, welcher die Helfte von dem Total-Nachdruck ist, der gegen die Wand-Fläche der hohlen Kugel perpendiculär geschiehet, und vor dessen Ausdruckung wir $C.R^2$ gefunden.

Experimente, die Gewalt des Pulvers auf Gewichte oder Pfund-Maase zu reduciren. Fig. 4.

Diese Kräfte müßen wir nunmehro aber auch auf Gewichts- oder Pfund-Maase reduciren, um solche mit dem Wiederstand des Metalls, in Vergleichung zu stellen. Es kan solches durch folgende Experimenta geschehen.

Man nehme eine kleine Kammer AB, zwey Zoll lang, deren Grundfläche AD, ein Circul ist, der just einen Quadrat-Zoll in sich enthält, wie solches allenfalls ein Stück von einem Flintenlauf seyn könnte. Man fülle solche mit Pulver an, ohne Vorschlag, und drucke es auf eben die Art zusammen, wie man sonst gemeiniglich die Gewehre zu laden pfleget; auf die Mündung dieses kleinen Geschoßes, lege man ein rundes Stuck Filz, das etwas gröser ist als die Mündung selbst, und auf dasselbe hernach ein Kugel-Gewicht; so wird solchergestalt die Mündung der Kammer vollkommen wohl verschlossen seyn. Das Feuer mag durch die Zündpfanne A, in die Kammer gelangen. Hat das Pulver allzuviele Gewalt, wird es die Kugel in die Höhe heben: Hat es allzu weniges Vermögen, wird die Kugel nicht von der Stelle weichen. Nach offtmaliger wiederholter Probe nimmt man alsdann einen Mittel-Terminum zwischen den, der die Hindernis überwunden, und dem andern, der solches nicht gethan.

Fig. 5. Man nehme allenfalls auch ein Stück Metall, aus denen Stücke gegossen werden. Es sey zweyen abgestutzten Pyramiden ähnlich, die sich in ihren kleinen Grundflächen AB, deren Größe einen Quadrat-Zoll beträget, zusammen vereinigen. Solchergestalt kan nun der Nachdruck, der sie voneinander reisset, schlechterdings nur in dieser kleinsten Fläche seine

ne Würkung thun. Man erhitze dieses Stück Metall in solcher Maase, bis es denjenigen Grad der Hitze erhalten, den die Stücke erlangen können. Man hänge es bey einem Haacken C vertical auf, beym Haacken D aber belästige man es mit Gewichten so lang und so viel, bis die beyden gestutzten Pyramiden, von einander gesondert seynd. Dieses Gewicht nun, so ich p nenne, nehme man nun vor dasjenige an, welches ein Stuck Metall das erhitzt genug gewesen, in einer einen Quadrat-Zoll grosen Fläche, zu zerreissen vermag: Denn die Berechnung, nie auf kein anderes, als auf erhitztes Metall, muß angestellet werden, weilen die Stücke sich würklich stark erhitzen, und die Hitze, indeme sie deren hohle Räumgen erweitert, ihre Fäsergen schlapp machet, erweichet, und dahin bringet, daß sie bey weiten nicht so starken Wiederstand leisten können, als sonst. Benennen wir die Fläche eines Quadrat-Zolls mit b, und die Schwehre einer Kugel, die mit dem Vermögen oder Nachdruck des Pulvers im Gleichgewicht stehet, mit a; Supponiren anbey, p seye $= n.a$ oder $9a$; so hat jedes Gewicht a oder $\frac{p}{n}$, den neundten Theil des Metalls, in der Rißfläche b, abgesondert; Folglich, wann der neundte Theil der Rißfläche $\frac{b}{n}$, nur um ein unendlich kleines, vermehrt oder größer gewesen wäre; so hätte er dem

dem Nachdruck von a wiederstanden. Nehmen wir nun also $\frac{b}{n}$ und a, für zwey gleiche Kräffte, desgleichen auch a und den Nachdruck des Pulvers E, vor zwey andere gleiche Kräffte an; so ersehen wir, daß $\frac{b}{n} = a = E$, und folglich also der gegen a gebrauchte Nachdruck des Pulvers, mit dem Wiederstand des Theils $\frac{b}{n}$ von der Rißfläche b, im Gleichgewicht stehen würde, in so fern nemlich das Metall erhitzet ist.

Man weiß, daß die Gewalt des Pulvers E, die mit der Last a, im Gleichgewicht stehet, nichts anders ist, als die Krafft oder Gewalt derer Wirbel, die sich gegen die Mündung b stemmen, auf welche die Last oder das Gewicht aufgeleget worden. Ich habe stillschweigend vorausgesetzet, die kleine Kam̃er, auf welcher die Gewichte so wie es nöthig gewesen, bald vermehret, bald vermindert worden, seye allezeit mit Pulver voll angefüllet gewesen: Welches in Ansehung der Vermehrung und Verminderung des Gewichts, sich leicht thun lässet, wenn wir uns einer hohlen Kugel bedienen, in welche wir hernach so viele Bleykörner hinein schütten, als uns beliebig ist: Auf solche Art, wird der Mittelpunct der Schwehre der Last, in der verticalen Axe der kleinen Kammer, beybehalten, welches ausserde-

me

me schwehrlich geschehen würde, wenn wir die Gewichte auf eine andere Art vermehren wollten, da nothwendig so viele Gleichheit nicht statt haben könnte.

Wie dick das Metall bey einer kugelförmigen Kammer seyn muß.

In denen nach gewißen Proportionen mit Pulver angefülleten Kammern, haben die kleinen Wirbel eine gleiche Central-Krafft. Supponiren wir nun also, die kugelförmige Kammer sey eben so wohl mit Pulver völlig angefüllet, wie die beym Experiment gebrauchte kleine Kammer; so empfindet solchergestalt ein jeder solcher Theil von der innern Wandfläche der Halbkugel, der der Mündung b gleich ist, eine Gewalt oder Druckung, die sich durch a ausdrucken lässet, oder deutlicher, die Mündung b verhält sich zu der Druckung a, die sie ausstehet; wie die Wandfläche der Halbkugel CR, zu der Druckung $\frac{aCR}{b}$, welche sie ausstehen muß, und vor welche wir im vorhergehenden, den Werth von $\frac{S.q^2}{c^2}$ gefunden, ehe noch die Gewalt des Pulvers auf Gewichte oder Pfunde reduciret worden. Der Total- oder gesammte Nachdruck

druck aber gegen die innere Wandfläche, verhält sich zu dem Zerreiß- oder Zersprengungs-Nachdruck, welcher die Kugel in der grösten Kronenfläche voneinander zu reißen suchet: Wie 2, zu 1. Mithin haben wir also $\frac{Sq^2}{2c^2}$ oder $\frac{a.CR}{2b}$ vor den Nachdruck, der die Zersprengung bewürket. Die Fläche der Zersprengung selbst zu finden; müßen wir folgenden Proportions-Satz formiren, nemlich: Die Last oder das Gewicht p, verhält sich zu der Zersprengungsfläche b; wie sich verhält das Gewicht $\frac{a.CR}{2b}$, zu der begehrten Zersprengungs-Krone $\frac{aCR}{2p} = \frac{1CR}{2n}$, wenn wir nemlich a n, vor p, substituiren. Nunmehro hat es keine Schwürigkeit mehr, die gehörige Metall-Dicke vor die hohle Kugel zu finden; denn, da wir nunmehro die Zersprengungs-Fläche wissen; dürfen wir nur noch folgenden letzten Proportions-Satz formiren, nemlich: Wie sich verhält die Fläche des grösten Kugel-Circuls $\frac{CR}{2}$, zu dem Quadrat seines Radii R^2: Eben so verhält sich die Fläche der Krone $\frac{1CR}{2n}$, zu dem Quadrat des Radii

eines

eines Circuls, der der Krone gleich ist, nemlich $\frac{1R^2}{n}$. Wir dürfen nur alsobald, an dem äusern Ende eines Diameters, eine Linie $R\sqrt{\frac{1}{n}}$ perpendiculär eleviren, und aus dem Centro des grösten Circuls, durch das äusere Ende dieser Linie, eine Circumferenz beschreiben, welche alsdann eine Krone formiret, die dem $\frac{1CR}{2n}$ gleich ist, und solchergestalt also die gebührliche Metall-Dicke determiniret. Oder auch, auf eine andere Art, diese unbekandte Metall-Dicke zu finden, die ich hier z nennen will; Dürfen wir nur die Eigenschafft des Circuls in Erwegung ziehen; so haben wir folgende Gleichung oder Aequation: $2Rz + z^2 = \frac{1R^2}{n}$; Aus welcher nothwendig folget, daß $z = R\frac{\sqrt{n+1}}{\sqrt{n}} - R$.

Was

Was man für Vortheile darvon haben kan, in Ansehung derer Bomben, wenn ihre gehörige Metall-Stärke, determiniret wird.

Es ist von selbst leicht einzusehen, daß sich solches gar füglich bey Bomben, Granaden 2c. appliciren läßet, in so fern wir nemlich vorhero durch ein Experiment zu erfahren suchen, mit was vor einem Gewicht der Wiederstand von einem gewißen determinirten Theil der Fläche eines solchen Stück Metalls, woraus solche Kugeln gemacht zu werden pflegen, im Gleichgewicht stehet. Ich habe nicht nöthig mich tiefer in diese Untersuchung einzulaßen. Es ist genug, daß ich sie nur angezeiget habe. In der Practik ist es sehr gefährlich, gar zu stark geladene Bomben zu werfen. Man theilet mit dem Feind alle zersprungene Bomben-Stücke, wenn man etwas zu nahe wirft. Es geschiehet solches fast bey allen Belagerungen nur mehr als zu offt. Ausser dem Schaden und Verlust, den solches an denen Leuten in denen Tranchéen verursachet, verlieret man zugleich auch noch einen Vortheil der denen schwächer geladenen Bomben würklich eigen ist, oder deren Metall-Dicke, der Ladung gemäß proportioniret ist: Ihre Trümmer, die in die Weite geworfen werden, müßen nothwendig alle auf den Feind herabfallen, wenn sie anders aus ihren Werken nicht heraus gehen wollen.

Von denen Cylinderförmigen Kammern.

Ich wende mich nunmehro zu der Untersuchung derer Cylinderförmigen Kammern. Ich will hiervon so vielen ausführlichen Bericht ertheilen, als zu der grösern Vollkommenheit unserer Stücke und Canonen erforderlich seyn mögte. Ihre Kammern haben heutiges Tages keine andere Figur, als die Cylinderförmige. Ihr steter Gebrauch hat alle die andere verwerflich gemacht. Was wir von diesen anführen werden, lässet sich auch von allen übrigen sagen. Der Weeg den wir hier verfolgen wollen, wird zeigen, daß gewißlich annoch mehr als zu viel fehlet, als daß man hierinnen bis anhero noch mit Einsicht und Erkänntnis verfahren haben sollte: Denn alle Betrachtungen und Erwegungen, die man noch nicht angestellet hat, und dennoch machen kan, unumgänglich nöthig sind, zu denen richtigen Proportionen, und zu der Vollkommenheit derer Stücke zu gelangen.

Wie stark die Gewalt oder der Nachdruck ist, der sie zersprenget.

Ich supponire in einem Cylinder eine gewisse Menge entzündeten Pulvers. Der Nachdruck oder die Gewalt derer Wirbel, die sich gegen die innere Wandfläche des Cylinders stemmen, ist die Gewalt, von welcher die Zersprengungs-

gungs-Gewalt abhanget. Die Regularität dieser Kammerfigur zeiget von selbst, daß, wenn wir solche in zwey gleiche Theile abtheilen, in beyden Theilen gleichviel Wirbel seynd, die in dem einen wie in dem andern Sinn, ihre Druckung ausüben. Es giebt aber überhaupt nicht mehr als drey Flächen, die einen solchen Cylinder in zwey gleiche Theile abzutheilen vermögen, nemlich, ein Rectangulum oder eine rechtwinklichte Fläche, in welcher die Cylinder-Axe befindlich: Eine im Mittel der Axe angebrachte perpendiculäre Circulfläche, und dann endlich eine gefällige Ellipse, die durch eben diesen Punct hindurch gehet.

Es seynd nur allein die Kräffte, welche in wiederwärtigen Sinn oder gerad einander entgegen agiren, die zu zerreißen suchen. Der Riß geschiehet alsdann nach einem Circul, wann die gegen die beyden Cylinder-Grundflächen gleiche und gerad einander entgegen laufende Druckung größer ist, als je eine andere. Dieser Fall kommt aber in der Practik bey denen Stucken niemalen zu schulden. Der Sprengungs-Riß kan auch niemalen nach einer Ellipse geschehen; denn die Fläche der Circul-Krone ist kleiner als die Fläche einer elliptischen Krone, beyde an einem und eben demselben Cylinder genommen. Endlich geschiehet er auch nach einer geraden Linie, nach der Länge der cylindrischen Wandfläche, in so fern nemlich die gleiche

und wiedersinnige Druckung gegen die Fläche derer nach der Länge durchschnittenen beyden Halb-Cylinder, grösser ist als je eine andere, ja, grösser als der Wiederstand des Metalls selbst. Das ist der eigentliche Fall, der hier in Betrachtung gezogen werden muß.

Fig. 6. Wir wollen uns einbilden, der Cylinder zersprånge nach einer geraden Linie AB, die der Axe parallel wåre. Der Nachdruck derer kleinen Wirbel, ist der Fläche, die sie berühren, perpendiculår: Und in so weit er perpendiculår ist, kan er nichts anders, als tiefer eindringen. Wir ersehen dann also, daß, weilen zwey kleine Theile sich voneinander absondern, dieser Nachdruck sich vertheilet; mithin eben das geschehen muß, was geschehen würde, wann zwey contråre oder wiedersinnige Kråffte DA, CA, Fig. 7. dieselben gerade an sich zögen. Und dergleichen geschiehet auch würklich an jedem Zersprengungs-Punct. Nunmehro wollen wir uns einen von denjenigen Circuln in Gedanken vorstellen, der den Cylinder durchschneidet, und mit welchem der durch den Nachdruck derer Wirbel bewürkte Riß, in einem Punct der Circumferenz den Anfang macht, um solchergestalt in gerader Linie so fortzufahren. Die Direction der eindringenden Krafft EA, ist in diesem Punct der Berührungs-Linie CD perpendiculår: Und die den Riß bewürkenden wiedersinnigen Kråffte CA, DA, haben eben diese Berührungs-Linie

nie CD, zu ihrer Directions-Linie, oder so wir uns folgendermassen ausdrucken wollen, die beyden unendlich kleinen Seiten, die im Punct A, wo die Absonderung geschehen soll, einen Winkel formiren, haben die nemliche Direction. Diesen Zersprengungs-Nachdruck, in Vergleichung des perpendiculären Nachdrucks zu ermessen; müßen wir die Verhältnis derjenigen Linien, zu erfahren suchen, durch welche diese Kräffte ausgedruckt werden können. Drey Kräffte aber stehen miteinander im Gleichgewicht, wann sie sich unter sich gegeneinander verhalten, wie die drey Seiten eines Triangels, der von denenjenigen Perpendicular-Linien formiret wird, die durch ihre Directions-Linie hindurch gezogen werden: Da dann hernach eine jede Krafft durch die Perpendicular-Linie ausgedruckt wird, die mit ihrer Directions-Linie zustimmet. Wenn wir nun also aus des Circuls Mittelpunct E, zwey perpendiculäre Radios EF, FS, auf die beyden unendlich kleinen Seiten fallen lassen, welche die Directions-Linien derjenigen Gewalt seynd, die zu zersprengen suchet; so exprimiret ein solcher perpendiculärer Radius den Zersprengungs-Nachdruck. Und wenn wir hernach in den Winkel oder Absonderungs-Punct A, noch einen dritten Radium EA ziehen; so exprimiret dieser Radius die Direction derjenigen Krafft, welche eindringet; Der unendlich kleine Theil der Circumferenz FG, zwischen denen beyden äussern Enden

F, G, derer Radiorum, die denen kleinen Seiten HA, IA, perpendiculär seynd, ist solchenfalls diesem Radio EA perpendiculär. Mithin exprimiren also die unendlich kleine Seite FG, und die beyden Radii EF, EG, den Triangul derer Kräffte, weilen eine jede von dessen Seiten denen Directions-Linien dieser Kräffte perpendiculär stehet. Sie verhalten sich also unter sich, (im Gleichgewichts-Stand) wie diese Seiten; das ist: Der eindringende Nachdruck verhält sich zu dem Zersprengungs-Nachdruck oder zu der Zersprengungs-Gewalt; Wie eine unendlich kleine Seite, zu dem Radio. Der perpendiculäre Nachdruck würket aber überhaupt gegen alle und jede Puncte der Circumferenz zugleich; Mithin müßen wir diese unendlich kleine Seite durch die ganze Circumferenz multipliciren. Das Product giebt hier nichts als die Circumferenz selbst, und die Zersprengungs-Gewalt bleibt so, wie sie vorher war, weilen sie nur gegen einen einigen Punct würket. Der Total-Nachdruck oder die gesammte Gewalt gegen den Circul, verhält sich also zu der Zersprengungs-Gewalt, welche zwey von dessen Puncten voneinander abzusondern suchet; wie die Circumferenz zum Radio.

Betrachten wir nun jetzo diesen Circul, als ein Element des Cylinders, gleich wie ein Punct vor das Element einer Linie pflegt angesehen zu werden, und multipliciren nun also die zwey ersten

sten Terminos vorhergehenden Proportions-Satzes, durch die Cylinder-Axe; so haben wir überhaupt: Der totale Nachdruck oder die gesammte Gewalt gegen die Cylinderfläche verhält sich zu derjenigen Gewalt, die den Cylinder längst seiner ganzen Länge zerreißet; wie die Circumferenz seiner Grundfläche zu deren Radio.

Zersprengungs-Nachdruck.

Bemerken wir die Pulverkammer durch c, die Ladung oder Pulvermenge mit q, die Wandfläche des Cylinders mit S; so ist der Nachdruck gegen diese Wandfläche $= \frac{Sq^2}{c^2}$. Nennen wir die Circumferenz der Grundfläche, C, ihren Radium aber, R; so haben wir: $C : R = \frac{Sq}{c^2} : \frac{RSq^2}{Cc^2}$; Und dieser 4te Terminus exprimiret den Zersprengungs-Nachdruck, der den Cylinder zu eröfnen oder voneinander zu sondern suchet. Dieser Valor oder Werth ist eine General-Formul, diesen Nachdruck dadurch anzugeben. Erwegen wir aber wiederum, daß die Wandfläche des Cylinders, S, gleich ist, dem Product aus der Circumferenz C, in die Cylinder-Axe l; so können wir also Cl, vor S, substituiren, und die Formul reduciret sich auf folgende: $\frac{Rlq^2}{c}$.

 Nun-

Nunmehro wollen wir solche zu appliciren suchen.

Gesetzt, wir hätten zwey Cylinder, wie 1 uud 4, und die in denenselben eingeschlossenen Pulverladungen stünden in eben der Verhältnis, wie 1 zu 4. Ihre Höhen wären einerley: so verhalten sich also die Radii ihrer Grundflächen und deren Circumferenzen, folglich auch ihre Seiten oder Wandflächen, wie 1 zu 2. Hier haben wir nun zu merken, daß in denen beyden Cylindern, die Hitzen und deren Dichten, einander gleich seynd, weilen die Pulvermengen oder Ladungen, in eben der Verhältnis stehen, wie die Kammern. Nun wollen wir uns hier der Formul $\frac{R l q^2}{c^2}$ bedienen. Wir wollen die Valores von R, l, q, c, die jedem Cylinder zukommen, in dieselbe substituiren; so erfahren wir dadurch vor die zwey Fälle, daß die Zersprengungs-Kräffte sich verhalten, wie 1 zu 2. Woraus dann also folget, daß bey diesen beyden Cylindern die zu zerreißende Metall-Dicken, sich verhalten müßen, wie 1 zu 2, wofern sie anders gleichen Wiederstand leisten sollen, obgleich die Kammer und die Pulverladung des zweyten Cylinders viermal so groß ist, als die Kammer und Ladung des erstern.

Bilden wir uns noch zwey andere Cylinder ein, wie 1 und 4, mit Pulverladungen von gleicher Verhältnis, deren Höhen oder Längen sich ver-

verhalten wie 1 zu 4, da solche im vorhergehenden Fall gleich waren; so seynd solchenfalls die Radii gleich groß, die Wandflächen aber verhalten sich, wie 1 zu 4. Wir bemerken auch hier, wie im vorhergehenden, daß die Hitzen und Dichten gleich seynd. Substituiren wir nunmehro die zustimmenden Valores miteinander in die Formul; so finden wir, daß die Zersprengungs-Gewalt des kleinen Cylinders zu der Zersprengungs-Gewalt des grosen Cylinders sich wie 1 zu 4 verhält. Sollen sie also gleich starken Wiederstand leisten; so muß am langen Cylinder viermal mehr Metall abzusondern seyn als am kurzen, das ist, sie müßen gleiche Dicke haben, weilen sich die Längen verhalten wie 1 zu 4; Dannenhero die Rißflächen oder Zersprengungs-Rectangula sich auch hernach wie 1 zu 4 verhalten müßen.

Vergleichen wir nunmehro die beyden gleichen Cylinder, deren Bases oder Grundflächen sich wie 4 zu 1, und deren Längen wie 1 zu 4 verhalten; so ersehen wir, daß, obgleich sonst alles einerley bleibet, Pulverladung, Kammer, Hitze, Hitzdichte, dennoch die Metalldicke des kürzern Cylinders, zu der Metalldicke des langen Cylinders, um gleich stark zu wiederstehen, sich wie 2 zu 1 verhalten muß. Denn die Zersprengungs-Gewalt des Cylinders, dessen Länge = 1, verhält sich zu der Zerspeengungs-Gewalt des andern Cylinders; wie 2 zu 4, oder

wie 1 zu 2, welche Verhältnis mit der Verhältnis ihrer Wandflächen einerley ist. Damit sie nun gleichen Wiederstand zu leisten vermögen, muß am Cylinder, dessen Länge = 4 l, doppelt so viel Absonderungs-Metall vorhanden seyn: Und just auch diese Länge muß er haben, wann seine Metalldicke = 1, da die Metalldicke des andern = 2 ist; weilen das Zersprengungs-Rectangulum 4 l. 1, doppelt so groß ist, als das Zersprengungs-Rectangulum 1 l. 2.

Nehmen wir auch noch zwey Cylinder in Betrachtung deren Grundflächen, einander gleich, und deren Längen ungleich seynd; so ersehen wir, vermöge unserer angenommenen Supposition, nemlich, daß die Pulverladungen mit denen Pulverkammern in einerley Verhältnis stünden, daß solchenfalls die Metalldicke dieser beyden Cylinder einerley seyn muß. Und in der That, die Länge derer Cylinder trägt zu der Zersprengungs-Gewalt nichts bey, sondern einig und allein die Größe der Circumferenz, gegen welche mehr oder weniger Wirbel ihre Ausdehnungs-Gewalt ausüben. Und da wir aus diesem Exempel ersehen, daß gleiche Hitz-Dichten gleiche Hitzen und gleiche Circumferenzen vorhanden seynd, mithin die Zersprengungs-Gewalt gegen jeden Circul einerley ist, nothwendig also auch die Metall-Dicke diesem nemlichen Gesetze folgen muß.

Ueberhaupt erfahren wir je und allezeit, die Zersprengungs-Gewalt zweyer Cylinder, wenn wir an die Stelle von R, l, q, c, die diesen Buchstaben zugehörigen Größen, in die Formul substituiren, diese Größen mögen unter sich variiren, wie sie nur immer wollen.

Die Metall-Stärke derer Stücke am Boden-Stücke.

Nunmehro auch noch anzugeben, wie groß die Metall-Stärke oder Dicke bey denen Stucken, an der ersten Verstärkung oder am Hintertheil des Boden-Stücks seyn soll; so supponire ich, wie es dann auch ganz natürlich ist, daß das Pulver, mit denen die Stucke geladen seynd, in allen gleich stark zusammen gedruckt sey, damit es in denenselben allezeit einen seiner Menge gemäsen oder proportionellen Raum einnehme, und daß es auch in denenselben nicht stärker zusammen gedruckt sey, als es bey denen Experimenten gedruckt gewesen, derer wir nöthig haben. Ich supponire noch ferner, daß das in einiger Quantität entzündete Pulver sich nicht allzubald verdünne. (Obwohlen diese Supposition an sich selbst falsch ist; so ist sie dennoch der Practik vortheilhaftig, weilen, indeme es sich verdünnet, dessen Schnellkrafft geschwächet wird). In unserm vorhabenden Fall wollen wir uns aber einbilden, es hätten sich in Stucken von verschiedentlichen Caliber, Pulver-Cylinder

linder von 3. Zollen Axe, gänzlich entzündet; so bemerken wir dann 1) daß in diesen Stucken die Hitzen und Hitz-Dichten gleich seynd. 2) Daß die Längen derer Cylinder gleichermassen gleich seynd. 3) Daß aber die Grundflächen oder Bases ungleich oder verschieden seynd. Nothwendig muß also in der Formul $\frac{Rlq^2}{c^2}$, die für die Zersprengungsgewalt gehöret, die Größe l, die eine beständige und unveränderliche Länge exprimiret, eben so wohl gänzlich herausfallen, als die Größe $\frac{q^2}{c^2}$, die ebenfalls in diesem unsern Fall, den wir hier untersuchen, eine unveränderliche Verhältnis ist. Die übrig bleibende Größe R, exprimiret also allein die Zersprengungs-Gewalt, und die Metalldicke muß dieser Proportion folgen. R aber ist nichts anders als der Radius von der Grundfläche derer Pulver-Cylinder. Die Dicken des Metalls am Bodenstück müßen sich also an allen und jeden Canonen eben so gegeneinander verhalten, wie die Radii ihrer Caliber.

Man ist gewohnt die Metall-Dicke am Bodenstück und zwar am Hintertheil desselben, dem Diameter der Kugel gleich zu machen. Es ist wahr, der Unterschied dieser Verhältnis ist nicht sonderlich groß. Allein, er giebt indessen zu erkennen, daß da die Verhältnis des Calibers zu einer 24pfündgen Kugel, welcher 5.

Zoll, 1 Linie, 7½ Puncte beträget, zu dem Caliber für eine vierpfündige Kugel, welcher 3 Zoll, 1 Linie, 3¾ Puncte ausmachet, geringer ist, als die Verhältnis von denen Diametern dieser Kugeln, man also, wenn man es scharf nehmen wollte, die Metalldicke an unsern 24pfündigen Stücken um etwas schwächen könte. Was indessen aber an Metall zu viel ist, macht demnach so viel nicht aus, sie deshalben zu schwächen. Wir können also sagen, daß unsere Stucke gegeneinander wohl proportioniret seynd, was nemlich die Metalldicke am Bodenstuck anbelanget. Nunmehro aber, da die eigentliche wahrhafftige Verhältnis gefunden worden; Müßen wir auch noch ausfindig machen, welches die richtige Metalldicke seyn soll: Denn es ist keinesweges genug, daß wir die Verhältnis gefunden; wir müßen auch darauf sehen, daß die Stücke mit keinem überflüßigen Metalle belästiget werden.

Experiment, die rechte eigentliche Metalldicke zu determiniren.

Solches zu vollziehen, müßen wir uns derer Experimenten bedienen, die uns albereit schon geführet haben, und die schon oben gemachte Supposition nicht aus der Acht lassen, daß nemlich das Pulver in denen Canonen nicht mehr oder stärker zusammen gedruckt sey, als es in der kleinen Kammer beym ersten Experiment

ment zusammengedruckt gewesen. Alsdann können wir nun also folgenden Proportions-Satz formiren: Die Mündungsfläche b, verhält sich zu dem perpendiculären Nachdruck, den sie ausstehen muß, und welchen wir = a gefunden: Wie die Wandfläche c l eines Cylinders, zu demjenigen Nachdruck $\frac{c\,l\,a}{b}$ den sie auszustehen hat: massen die Wirbel, die dieselbe drucken, eine gleichmäßige Krafft mit dem Vermögen derer-jenigen Wirbel besitzen, die gegen b, ihre Gewalt ausüben. Die Total oder gesammte Gewalt, verhält sich aber zu der Zersprengungs-Gewalt bey einem Cylinder: Wie die Circumferenz zum Radio. Die Formul $\frac{c\,l\,a}{b}$, exprimiret nun also die gesammte Gewalt derer Wirbel. Mithin giebt $\frac{R\,l\,a}{b}$, die Zersprengungs-Gewalt, auf Gewichte reduciret. Nunmehro bleibet uns nichts mehr übrig, als die Grösse des Zersprengungs-Rectanguli zu finden, welche uns folgender aus dem zweyten Experiment genommener Proportions-Satz angiebet, nemlich: Das Gewicht p, verhält sich zu der Sprengungsfläche b; wie das Gewicht $\frac{R\,l\,a}{b}$, zu dem Rectangulo $\frac{R\,l\,a}{p}$. Und wann wir solches durch

seine

seine Länge l, dividiren; so exprimiret $\frac{Ra}{p}$, die zweyte Dimension oder das zweyte Rectangular-Maaß, welches die richtige und eigentliche Dicke des Metalls determiniret, die dem Boden-Stück derer Canonen zu geben sich gebühret, damit dasselbe der Gewalt des Pulvers zu wiederstehen vermöge, und zwar just in dem Fall, da das Metall eben so sehr erhitzet ist, als dasjenige Metall, dessen man sich bey Vollziehung des Experiments bedienet: welches ich aber keinesweges glaube, daß es würklich sollte geschehen können, obwohlen dieser Umstand dem Stuck selbst um so mehr zum Vortheil gereichet. Supponiren wir $p = na$; so ist also $\frac{Ra}{p} = \frac{1R}{p}$; Woraus dann also zu ersehen, daß, je grösser der Wiederstand von b, zersprenget zu werden, befunden wird, je um so mehr auch n immer mehr und mehr zunimmt, nothwendiger weise also die Metalldicke derer Stücke auch um so mehr schwächer werden muß, welches eben eigentlich n, als Divisor von R ausdrucket. Wann der Wiederstand von b, so beschaffen, daß nicht mehr als die Helfte des Gewichts a, zu der Zersprengung erforderlich ist; alsdann wird $n = \frac{1}{2}$, und $\frac{R}{n}$ wird $= 2R$. Dieses will so viel sagen: Das Stuck muß zu seiner Metalldicke den Diameter

seines

seines Calibers bekommen. Und das ist auch die Proportion, die man ihnen zu geben pfleget. Es ist leicht, durch die Erfahrung hinter die Wahrheit zu kommen, ob diese Dicke dem Stucke vollkommnen zukommen mögte, Ich zweifle sehr, ob dieses jemahlen annoch genugsam untersuchet worden. Man kan aber von selbst leicht einsehen, wie nothwendig dieses wäre, maßen man durch dieses Mittel die Canonen einer ganz unnützen Last entledigte, oder, man wenigstens dieses hernach um so gewißer wüste, um wie viel man sie dicker machen müste, damit sie, ohngeachtet derjenigen Hitze vollkommen Wiederstand leisteten, die ihnen zuzuwachsen pfleget, wenn in kurzer Zeit sehr öfftmahlen aus ihnen geschossen wird.

Anmerkungen, die Metall-Dicke des Mundstücks zu determiniren.

Bisanhero haben wir Formuln angegeben, diejenige Metalldicke zu determiniren, die dem Bodenstück derer Canonen zukommet. Vorjetzo nun auch diejenige Metalldicke fest zu setzen, die das Mundstück haben muß; Müßen wir in Erwägung ziehen, daß solche von zweyerley Sachen abhanget, nemlich 1) von der Länge des Stucks, welche so beschaffen seyn muß, daß es um so viel weiter schieset, und alles Pulver in demselben sich vollkommen entzünde. 2) Von der Schwehre des Mundstücks, welche das

Stuck

Stuck um so leichter zu zerbrechen suchet, je weniger ein um so mehr erhitztes Metall wiederstehet, und sich um so viel geschwinder krümmet. So bald der erste von diesen beyden Umständen gefunden worden, alsobald kan auch die Dicke des Mund-Stücks determiniret werden: Und der 2te Umstand giebt denjenigen Nachdruck zu erkennen, den das Mund-Stück von einer gewissen festgesetzten Schwehre anwendet, das Stück zu zerbrechen oder krumm zu biegen, und ob eine stärkere Metall-Dicke, solcher Krümmung mehr oder weniger vortheilhafftig seyn mögte.

Ob es mir gleich ganz natürlich scheinet, zu erst die Länge derer Stücke zu determiniren, so wie es deren bequeme Behandlung und Gebrauch, zu welchen sie eigentlich gewiedmet werden, erfordern mögte, hernach aber erst, ihre schickliche Ladung, und proportionirten Metall-Dicken, auszuforschen; Ueberdeme auch noch verschiedene in der Meinung stehen, die Länge derer Stücke, müste mit der Verhältnis derer Ladungen, übereinstimmen; So will ich alsobald zu einer Untersuchung schreiten, die sie dißfalls eines bessern überzeugen wird. Ich muß aber deshalben noch vielerley vorher anführen.

Hätten wir genaue Maase derer Pulver-Entzündungs-Geschwindigkeiten; könnten wir gar bald erfahren, wie viel sich dessen entzündet, so wohl in Ansehung der Art und Weise, wie es eingeschlossen oder logiret ist, als auch in Ansehung

Bayerische Staatsbibliothek München

hung desjenigen Wiederstands, welchen die Lufft demselben entgegen setzet. Wir würden gar leicht eine General-Formul finden können, welche anzeigete, wie dick das Metall seyn müste, vom Boden des Boden-Stücks angerechnet, bis an das äusere Ende des Mund-Stücks; Da solche noch überdeme zu gleicher Zeit, den eigentlichen Grad der Hitze bemerken würde, die von Punct zu Punct statt haben mögte, so wie das Feuer nach und nach, Punct vor Punct, berühret. Ich glaube aber nicht, daß man solches jemahlen entdecken wird. Finde also keine einige Hypothese, die man zum Grund setzen könte, und deren zu folge, man eben zu raisoniren, hauptsächlich berechtiget wäre. In Ermangelung dieser Erkäntnis, müssen wir uns derer Versuche bedienen, die uns, mit Beyhülfe der Geometrie, eben dieses zu entdecken vermögen, was uns deshalben zu wissen nöthig ist.

Versuche von denen Schuß-Weiten.

Ich will hier diejenigen Versuche zu Hülfe nehmen, welche Monsieur du Mets, ein alter General-Lieutenant der Artillerie, vormahlen zu Dünkirchen, mit französischen und zwar zehen Schuh langen Stucken, gemacht hat. Diese Stücke auf 45. Grade pointiret oder gerichtet, und mit zwey Drittheilen der Kugel-Schwehre, geladen, gaben folgende Schuß-Weiten, nehmlich das Stuck von

24 ℔	auf	2250 Toisen.
16 ℔	auf	2020 Toisen.
12 ℔	auf	1870 Toisen.
8 ℔	auf	1660 Toisen.
4 ℔	auf	1520 Toisen.

Ohne mich bey der Demonstration aller Grund-Sätze des Bomben-Werfens, aufzuhalten: Wird es dennoch nicht undienlich seyn, dieselben wiederum hier in kurzen Worten zu berühren, damit man solche allezeit in frischen Gedächtnis habe; Und thue ich solches um so viel lieber aus dieser Ursach, weilen verschiedene Personen, ja selbst vom Metier, in der Meynung stehen, die geworfenen Cörper, brauchten zu ihrem Herabfallen, weniger Zeit, als zu ihrem Steigen, und die durch einerley Pulver-Ladung, verursachte uniforme oder gleichförmige Geschwindigkeit derer Kugeln, wäre, nach Beschaffenheit ungleicher Directionen oder Richtungen, eben so ungleich:

Bey allen und jeden Directionen oder Richtungen, und bey gleichen Pulver-Ladungen, ist die gleichförmige Geschwindigkeit derer Kugeln, gleichfalls einerley.

So bald eine gewisse Menge Pulver, in einer Kammer, zum Exempel, in einer kugelförmigen, entzündet worden; So wissen wir allbereit aus dem vorhergehenden, daß jeder gleicher Theil der Wand-Fläche, oder jeder Punct dersel-

ben, mit einer gleichen Krafft gedruckt wird, die der Berührungs Fläche dieses Puncts, perpendiculär ist. Hieraus folget nun also, daß, welcher Punct der kugelförmigen Kammer-Fläche, auch immer fortgetrieben werden mag, derselbe dennoch immer der Direction des Kammer-Radii, der durch diesen Punct hindurch gehet, folgen muß, ja, daß er auch zugleich noch eine Geschwindigkeit erlangen muß, die der Geschwindigkeit eines andern Puncts gleich ist, der ebenfalls auch fortgetrieben würde, massen der Nachdruck des Pulvers, allenthalben gleich stark ist. Man gebe nun also der Axe eines Geschosses, eine Direction oder Richtung, wie man nur immer will; So empfängt die fortgetriebene Kugel, nothwendiger weise eine gleiche uniforme Geschwindigkeit nach dieser Direction oder Richtung. Und dieses ist dann auch die Ursach, warum diejenigen, die vom Bomben-Werfen geschrieben, eine beständige unveränderliche Linie supponiret haben, um durch dieselbe, das Vermögen und die Gewalt von einerley Pulver-Ladung, gegen einen geworfenen Cörper, unter einer je gefälligen Neigung oder Richtung, zu bemerken. Die Gewalt des Pulvers, giebt also dem Cörper eine gerad-linigte Direction, welcher er gleichförmig folget, und zwar so lange, bis die Schwehre, die beständig fort gegen ihn agiret, denselben zwinget, sich senkrecht dem Mittel-Punct der Erde zu nähern. Alsdann verfällt der in Bewegung begriffene Cörper, in eine zusammenge-

setzte

setzte Direction, und beschreibet eine krumme Linie.

Fig. 8. Gesetzt, es werde der Cörper A, nach der Projections-Linie AB, die mit dem Horizont AC, schräg gehet, aufwärts geworfen. Man ziehe alsdann die Vertical-Linie AD. Wir müssen anfänglich den nach der Direction AB fortgetriebenen Cörper A, so ansehen, als würde er von zweyen Kräfften beweget, von einer verticalen AD, und von einer horizontalen AC, von denen eine jede vor sich allein schon vermögend wäre, denselben, durch ihre zustimmende Directions-Linie hindurch zu treiben, und zwar in eben der Zeit, in welcher sie zugleich miteinander agirend, den Cörper, die Diagonal-Linie AB, durchlauffen lassen. Man wird hierbey von selbst bemerken, daß das Vermögen oder der Nachdruck von A nach C, keiner einigen derer andern Bewegungen, zuwieder ist. Er wiedersetzet sich ihnen ganz und gar nicht. Er träget oder erhält vielmehr den Cörper einzig und allein nur horizontal. Die verticale gleichförmig aufsteigende Geschwindigkeit von A nach D aber, ist der zunehmenden Geschwindigkeit, welche von der Schwehre verursachet wird, gänzlich entgegen, und diese beyden Kräffte, heben sich beständig fort gegeneinander auf, und bleibet dem bewegten Cörper, bey jedem Augenblick des Steigens, nichts übrig, als das Uebermas der einen Krafft über die andere. Die Geschwindigkeit

von A bis D, ist beständig oder unveränderlich: Und die Geschwindigkeit von A bis I, welche im ersten Augenblick, die Unität war, weilen sie beständig fort zunimmt und gröser wird, wird endlich so beschaffen, daß der bewegte Cörper, einen solchen Grad erreichet, zu folge dessen er im Herniedersteigen, einen solchen Raum durchlaufet, der demjenigen gleich ist, welchen er im Aufsteigen zurückleget: Alsdann ist aber der Cörper, der, wenn keine Hindernis gewesen wäre, eine Höhe, wie z. Ex. AH, gleichförmig erstiegen haben würde, vermöge des Grund-Satzes vom Fall derer Cörper, um die Höhe $AI = \frac{AH}{2}$ niederwärts gestiegen, und befindet sich also im Punct L, in welchem, $AL = AI = \frac{AH}{2}$. In diesem Augenblick höret die senkrecht aufsteigende Gewalt oder der Verticale-Stoß auf. Er ist vernichtet, so wohl, wie die durch die Schwehre erlangte Krafft: Und der Cörper fängt nunmehro an, von der Unität angerechnet, neue Grade der zunehmenden Geschwindigkeit zu erlangen, indeme er frey herunter fället. Geben wir wohl acht, daß der von A nach D senkrecht fortgetriebene Cörper, in eben der Zeit, würklich niederwärts steiget, und daß die gleichförmige Geschwindigkeit, durch die conträre von der Schwehre herkommenden Geschwindigkeit, aufgehoben wird; So ersehen wir, daß, weilen die

die Schwehre, gegen den Cörper, unaufhörlich fortwürket, derselbe nothwendig also im Punct L, keineswegs zu verbleiben vermag Er höret zu steigen auf; Das ist wahr. Er höret aber nicht auf, niederwarts zu fallen, und gelanget würklich in den Punct A, in einer Zeit, die derjenigen gleich ist, welche er angewand hat, AL = AI, zu durchlaufen, weilen das Fallen eines nehmlichen Cörpers, durch gleiche Linien oder Höhen, nur einerley Zeit erfordert, in welcher er allezeit vermögend ist, mit der zu Ende seines Falls erlangten letzten Geschwindigkeit, unter einer uniformen oder gleichförmigen Bewegung, einen Raum HD = AH, zu durchlaufen, der doppelt so groß ist, als AI. Mithin hätte also der Cörper, in eben der Zeit, in welcher er von A bis L aufwarts, und von L bis A, wieder niederwarts gestiegen, unter einer gleichförmigen Bewegung von A bis D, einen Raum AD, erstiegen, der viermahl so groß, als AL ist, und die zugebrachte Zeit zum Aufsteigen von A bis D, würde demnach durch die doppelte Zeit des Herabfallens von L bis A, ermessen.

Die Art und Weise, wie wir die Triebes-Gewalt des Pulvers von A bis B, in zwey andere von A bis D, und von A bis C würkende Kräffte, abgetheilet haben, von denen die erste vertical, die andere horizontal ist, giebet sattsam zu erkennen, daß der in einerley Zeit des Aufsteigens durchlaufene oder zuruckgelegte Raum, nach

Beschaffenheit der Neigung oder Richtung, bald grösser, bald kleiner wird. Einer und der nehmliche Cörper, hat allezeit eine gewisse festgesetzte Zeit, durch das Herabfallen, eine gewisse Geschwindigkeit zu erlangen.

Fig. 8. Die zu Ende jeder Zeit, erlangten Geschwindigkeiten, verhalten sich unter sich, wie die verflossenen Zeiten: Und die wehrenden fallen zuruckgelegten Räume, verhalten sich, wie die Quadrate dieser Zeiten oder Geschwindigkeiten. Nehmen wir nun also auf der Linie des Pulver-Triebes, AB, eine beständige und unveränderliche Linie AE an, und durch dieselbe, den in einem Augenblick, nach dieser Direction, durchlaufenen Raum, zu bemerken; So exprimiret der Sinus der Neigung oder Richtung, nehmlich ES, denjenigen Raum, welchen der Cörper durchlaufen muß, indeme er wehrend dem Herabfallen seine gröste Geschwindigkeit erlanget, welche die verticale Krafft aufhebet oder vernichtet. Weilen wir nun beständig, von einerley Cörper, und von einerley Pulver-Gewalt reden; So können wir dann also sagen, daß die letzten Geschwindigkeiten, welche der Cörper durch seinen Fall erlangen muß, sich gegeneinander verhalten, wie die Sinus derer Neigungs- oder Richtungs-Winkel; Daß die Zeiten sich gleichermassen auch gegeneinander verhalten, wie diese Sinus; Und daß die Elevationes oder Erhöhungen des Cörpers, sich verhalten, wie die Quadrate dieser Sinuum.

Fig. 8. Die krumme Linie erkennen zu lernen, welche der Cörper beschreibet; müssen wir in Erwegung ziehen, daß die verticale gleichförmige Triebes-Gewalt von A bis D. und die zunehmende niedersteigende von A bis I, sich hierauf reduciret, nehmlich, mit einer beständig abnehmenden Bewegung von A bis L zu steigen, und in eben dieser Zeit, unter einer beständig zunehmenden Bewegung von L bis A, herab zu fallen.

Die krumme Linie, welche ein geworfener Cörper beschreibet, ist eine Parabel.

Weilen sich aber in der gleichförmigen Geschwindigkeit des bewegten Cörpers von A bis C, nichts aufgehoben oder vernichtet; So durchlaufet er also auf der horizontalen Direction, wehrend seinem Steigen und Fallen, einen gleich langen Weg, und zu Ende jeder Zeit, welche durch die Elemente der horizontalen Directions-Linie, ausgedruckt werden können, befindet sich dieser Cörper, in solchen Puncten, die denen beyden Directionen gemeinschafftlich seynd. Die im Steigen nicht durchlaufenen Räume aber, verhalten sich gegen einander, wie die Quadrate derer nicht verflossenen Zeiten; Oder, die im Fallen durchlaufenen Räume, verhalten sich gegeneinander, wie die Quadrate derer wehrend dem Fall verflossenen Zeiten. Die krumme Linie, die solchergestalt beschrieben worden, ist nothwendig also eine Parabel; Weilen sie die nehm-

liche Eigenschafft hat, in so fern wir nehmlich die durchlaufenen Räume, für die Abscissen, und die verflossenen Zeiten, für die Ordinaten, annehmen.

Falscher Begriff von denen Schuß-Weiten.

In eine weitläufftigere Erklärung, will ich mich hier weiter nicht einlassen. Was ich hier angeführet, ist schon genug für das, was ich mir zu sagen vorgesetzet. Vorjetzo will ich mich wieder zu der Untersuchung wenden, was das wohl für eine Geschwindigkeit gewesen seyn mag, welche die Kugeln von verschiedenen Calibern, vom Pulver, bey denen Experimenten oder Versuchen, empfangen haben. Worbey ich dann auch noch zugleich den Irrthum dererjenigen, anzeigen will, welche zu behaupten suchen, die Stücke oder Canonen von einem kleinern Caliber, trügen nach Proportion weiter, als die grosen Stücke. Ich möchte doch gerne wissen, was sie durch dieses Wort: nach Proportion, verstanden wissen wollten. Sie müssen von der Gewalt und der Bewegung, gar keinen Begriff haben. Sie werden ersehen, 1.) Daß die Geschwindigkeit derer Kugeln groser Canonen, die in einer gewissen mit der Schwehre dieser Kugeln gleichen Verhältnis geladen worden, grösser ist. 2.) Daß, weilen die Schwehre der Kugel, nothwendiger weise, in der Ausdruckung der Krafft,

mit vorhanden seyn muß, solche allerdings auch, nach Proportion der Länge und Ladung, beym groben Geschütz, gröser seyn muß, als in denen Stucken von geringen Caliber. 3.) Daß in denen Stucken von verschiedenen Calibern und solchen Längen, die nach denen Pulver-Ladungen proportioniret seynd, in Ansehung derer Kammern, beym groben Geschütz, sich würklich mehr Pulver entzündet, als in denen andern Stucken. Diese Erläuterung, ist in Wahrheit so curiös als nützlich.

Projections- oder Wurfs-Linie.

Die Grund-Sätze vom Fall derer Cörper, haben wir voran gehen lassen. Geben wir nun auf folgendes wohl acht, nehmlich, daß, wann ein Stuck auf 45. Grad gerichtet ist, solchenfalls die Abfalls-Linie BC, und die Wurfs- oder Bogen-Weite AC, gleich groß seynd, und mit der Projections- oder Wurfs-Linie AB, als Tangent der krummen Linie, einen rechtwinklichten gleichschenklichten Triangel formiren, dessen längste Seite oder Hypothenusa, die Wurfs-Linie ist; So können wir die Grösse dieser Linie AB, allezeit determiniren, massen, wann $AC = 1$, $AB = \sqrt{2}$. Hier im folgenden haben wir die Valores in Zollen genommen, um auf die Unterschiede oder kleinen Reste nicht acht haben zu dürfen.

Stücke

Stücke von	Abfalls-Linien.	Wurfs- oder Projections-Linien.
24 ℔	162000	229102.
16 ℔	145440	205683.
12 ℔	134640	190409.
8 ℔	119520	169026.
4 ℔	109440	154771.

Die höchste Wurfs-Höhe ist gleich dem vierdten Theil der Abfalls-Linie.

Die Projections-Linie AB, wird mit einer gleichförmigen Bewegung durchlaufen, wehrender Zeit, da der Cörper steiget und fällt. Weilen aber alles, von gleicher Beschaffenheit ist, in der beständig abnehmenden Bewegung eines auf eine gewisse Höhe erhobenen Cörpers, und in der beständig zunehmenden Bewegung, wann er von der nehmlichen Höhe wieder herunter fället; So ersehen wir hieraus, daß seine höchste Elevation, auf das Mittel der Projections-Linie, E, zustimmet. Die höchste Elevation eines Cörpers, ist also dem halben Subtangenten der krummen Linie, nehmlich, der Linie GF, gleich; Folglich also auch dem vierdten Theile der Abfalls-Linie BC.

Bey einer Kugel von	Die höchste Wurfs-Höhe.
24 ℔	40500.
16 ℔	36360.
12 ℔	33460.
8 ℔	29880.
4 ℔	27360.

Was

Was für Zeiten im Steigen und Fallen, angewandt werden.

Es hat gar keine Schwürigkeit, die alle diese Linien zu durchlaufen angewandte Zeit, zu erfahren. Aus offtmahls wiederhohlten und mit vieler Sorgfalt angestellten Versuchen, weiß man allbereit, daß ein gefälliger Cörper, wann er frey von einer Höhe herabfällt, in der ersten Secunde seines Abfalls, 15. Schuhe durchlaufet oder zurucklegt. Da nun die Räume oder Höhen, die von einem Cörper mit einer beständig zunehmenden Bewegung, durchlaufen worden seynd, in eben der Verhältnis stehen, wie die Quadrate derer verflossenen Zeiten; So finden wir also, daß das Steigen und Fallen eines Cörpers, in welcher Zeit die Projections-Linie, mit einer gleichförmigen Bewegung durchlaufen worden, ohngefehr gedauert hat:

Bey einer Kugel von	Secunden.
24 ℔	30.
16 ℔	28.
12 ℔	27.
8 ℔	26.
4 ℔	25.

Gleichförmige Geschwindigkeit der Kugel.

Die gleichförmige Geschwindigkeit jeder Kugel, und zwar nach Secunden gerechnet, indeme sie die Projections-Linie gleichförmig durchlaufet, ist also

Bey

Bey der Kugel von	Secunden.
24 ℔	106.
16 ℔	102.
12 ℔	98.
8 ℔	90.
4 ℔	86.

Woraus wir dann nunmehro alsobald ersehen, daß die in Stücken von einem grosen Caliber, erhaltene Geschwindigkeit, grösser ist; Und weilen das Vermögen oder die Kraft eines Cörpers, nichts anders, als das Product aus seiner Masse oder aus seinem Gewicht, in seine Geschwindigkeit, ist; So hat also jede Kugel beym Ausgang aus dem Stuck, an Vermögen und Gewalt.

24 ℔ × 106 = 2544 oder 2198016. Linien.
16 ℔ × 102 = 1632 oder 1410048. Linien.
12 ℔ × 98 = 1172 oder 1016064. Linien.
8 ℔ × 90 = 720 oder 622080. Linien.
4 ℔ × 86 = 360 oder 297216. Linien.

Wir haben hier jede Toile, durch 864 Linien, multipliciret.

Wie man durch die Gewalt der Kugel dahin gelangen kan, die Verhältnis derer entzündeten Pulver-Ladungen bey jedem Caliber zu erfahren.

Die Gewalt der Kugel, ist nun aber nichts anders, als eine Würkung, deren Ursach, das entflammte Pulver ist. Folglich kan nun also der

der Nachdruck des Pulvers gegen die Kugel, durch diejenige Kraft und Stärke ausgedruckt werden, welche die Kugel von demselben erhalten. Der Cörper, ist eine Kugel. Das Pulver stemmet und druckt nur gegen eine Halb-Kugel. (Vorjetzo lassen wir noch einige Zeit den Vorschlag bey Seite gesetzet seyn.) Die kleinen Wirbel, drucken perpendiculär gegen diese Fläche der Halb-Kugel, und stemmen nach Directionen, die sich in dem Mittel-Punct der Kugel zusammen vereinbaren. Die Kugel wird keinesweges durch eine Kraft fortgetrieben, die der Summe dieser Kräfte gleich ist: Denn je grösser derjenige Winkel ist, der durch eine von diesen Directionen und durch die Axe des Stucks, formiret wird; Um so weniger wendet die druckende Kraft, Vermögen an, die Kugel heraus zu treiben. Wir müssen, wenn wir solche determiniren wollen, die perpendiculäre Kraft, in zwo andere abtheilen, auf eben die Art, wie wir bey der hohlen Kugel verfahren haben, von welcher wir im vorhergehenden geredet. Wenn wir nur einige wenige Aufmerksamkeit aufwenden wollen, wird sichs alsobald zeigen, daß diese beyden Fälle, einerley seynd. Hier wird die Halb-Kugel, gegen welche der Nachdruck des Pulvers geschiehet, von aussen einwarts gegen ihren innern Theil zu, nach unter sich und der Axe des Stucks parallelen Directionen, fortgetrieben: Und in der hohlen Kugel, wird die Halb-Kugel, von innen aus, nach dem auswärtigen Theil, durch eine gleiche

Anzahl ähnlicher Kräfte, auseinander getrieben (wir supponiren hier die Flächen von gleicher Grösse) und zwar auch nach denen nehmlichen Directionen. Mithin seynd diese beyden Fälle nothwendiger Weise einerley. Und der Nachdruck oder die Gewalt des Pulvers gegen die Kugel, ist die Helfte der gesammten Gewalt gegen die Fläche. Dieser Nachdruck kan also nun, wie wir allbereit ersehen, durch $\frac{CR^2}{2}$ exprimiret werden, in so fern wir nehmlich allezeit die Circumferenz der Kugel, C, nennen, und den Buchstaben R annehmen, um durch solchen, den Radium, und zugleich auch die Kraft eines Wirbels, auszudrucken.

Nun ist aber $\frac{CR^2}{2}$, nichts anders als die Fläche von der Kugel ihrem grosen Circul, oder von demjenigen Circul, der dem hohlen die Seele des Stucks formirenden Cylinder, zur Grundfläche dienet. Der Nachdruck des Pulvers gegen die Kugel, ist also vollkommen, eben der perpendiculäre Nachdruck des Pulvers gegen ein Diaphragme oder gegen eine Scheide-Wand, welche die Grösse dieses Circuls hätte, oder so es gefällig, gegen einen Cylinder, der eben so schwehr wie die Kugel wäre, und dabey eben diesen grossen Circul, zur Grund-Fläche hätte. Diese Betrachtung hebet eine Schwürigkeit auf, welche sonst mit unserer gemachten Supposition

der-

verknüpfet wäre, nemlich, daß das entflammte Pulver, unmittelbar gegen die Kugel druckete; welches doch nicht eher geschehen kan, als bis es alles, über und über entzündet ist. Nunmehro aber lieget uns weiter nichts mehr daran, was wir hier eigentlich supponiren mögen: Wir können uns an dasjenige halten, was am wahrscheinlichsten ist, nemlich, daß das Pulver, indem es sich entzündet, und alles was ihme entgegen stehet, durch seine Verdünnung, vor sich her treibet, nicht anders als gegen ein circulrundes Diaphragma oder gegen eine circulrunde Scheibe, gegen den Vorschlag und gegen eine gewisse Anzahl unentzündeter Pulverkörner, drucket, die zum Stuck hinaus getrieben werden, und überhaupt miteinander eine ziemlichermaßen vollkommene Cylinder-förmige Grundfläche formiren.

Dividiren wir die Kraft und Gewalt jeder Kugel $\frac{S.q^2}{c^2}$, (welche nichts anders ist, als der perpendiculäre Nachdruck des Pulvers, den wir für die Kraft und Gewalt der Kugel annehmen können) Dividiren wir, sage ich, diese Größe $\frac{Sq^2}{c^2}$, durch die Fläche des großen Kugel-Circuls; so bekommen wir $\frac{q^2}{c^2}$, für die Kraft oder Gewalt, mit welcher jeder Punct

dieser Circul-Fläche, gedruckt wird. Wir können aus derselben gar leichtlich die Verhältnis derer entzündeten Pulver-Ladungen, für die verschiedentlichen Würkungen in jeder Canone herleiten. Bey der Ausdruckung der Gewalt der Kugel haben wir uns des Werths der Toise in Linien bedienet, um solchergestalt ein um so grösseres Product zu erhalten, welches wir durch die Fläche des Circuls in Quadrat-Linien, dividiret haben, damit der Fehler um so weniger merklich werde. Die Fläche derer Caliber Circul, ist

Vor das Stuck von »

24 tb.	—	—	—	2588 □.
16 tb.	—	—	—	2760.
12 tb.	—	—	—	2270.
8 tb.	—	—	—	1736.
4 tb.	—	—	—	1095.

Und der Nachdruck oder die Druckung gegen jeden Punct der Fläche S, ist ein Stuck von:

24 tb.	—	— 613	$= \frac{q^2}{c^2}$
16 tb.	—	— 511	$= \frac{q^2}{c^2}$
12 tb.	—	— 447	$= \frac{q^2}{c^2}$
8 tb.	—	— 357	$= \frac{q^2}{c^2}$
4 tb.	—	— 271	$= \frac{q^2}{c^2}$

Die

Die Entzündung geschiehet in denen Canonen von grosen Caliber, geschwinder, als in denen Canonen von kleinern Caliber.

Wir wissen, daß, wann die Hitzen und Verdünnungen gleich seynd, die Wirbel eines flüßigen Wesens, eine gleiche Central-Kraft haben, und folglich also der Nachdruck gegen einen Punct, einerley ist. Wir ersehen dann also, daß in diesen Proben, weilen der Nachdruck hier verschiedentlich ist, die Hitzen und die Verdünnungen, verschieden gewesen seynd, welches nicht ehender geschehen kan, als wann die Menge des entzündeten Pulvers, nach Proportion der Kammer, in einem Stuck größer ist, als in einem andern.

Dieser Nachdruck muß in denen Canonen von einem großen Caliber, in Vergleichung derer Canonen von einem kleinern Caliber, würklich auch so beschaffen seyn: weilen sich in denen ersten Augenblicken der Entzündung, in einem großen Stuck, mehr Pulver entzündet, als in einem kleinen, und dieses zwar, wegen des verschiedentlichen Widerstadts derer Kugeln, der Luft, und der Schwehre des unentzündeten Pulvers, wie nicht weniger auch deshalben, weilen das Pulver, da sich solches in einem Circul herum entzündet, in einer großen Masse, weit mehr Theile, in einerley Zeit, zu entzünden antrift, als in einer kleinern Masse. Alle

diese Zufälle, seynd keinesweges für gleichgültig anzusehen: Denn wehrend der Zeit, da noch Widerstand geschiehet, dringet das Feuer zwischen denen Zwischen-Räumen von einem Theil derer ersten Pulver-Körner hindurch, als welche nicht so bald zu weichen vermögen, als diese Flamme; Sie entzünden sich also einander viel leichter, und in weit grösserer Menge, als wann sie schleunig durch den Wind oder Trieb des Feuers, vorwarts gejaget würden. Es wird dahero um so viel klärer, daß die Entzündung in einem Stucke von großen Caliber, wann es geladen worden wie es sich gehöret, viel geschwinder geschehen muß, als in einem Stuck von kleinen Caliber, das mit dem vorigen in einerley Verhältnis geladen worden. Woraus dann also zween Haupt-Umstände ihren Ursprung nehmen, nemlich erstlich, daß die Länge derer großen Stücke, nach einer gewissen Proportion derer Höhen ihrer Ladungen, kleiner seyn muß, als die Länge derer Stücke von kleinen Calibern; Zweytens, daß bey denen großen Stucken die Hitze, in einerley Weiten oder Abständen, grösser seyn muß als in denen kleinen; Folglich also nothwendig auch das Metall bey denen erstern, weit mehr ausstehen, und der Schmelzung viel eher unterworfen seyn muß als bey denen andern, wann anders hierinnen, was nemlich die Ausfertigung oder Giessung derer Stücke betrift, nicht andere Mittel und Wecge ergriffen werden.

Die

Die Verhältnis derer Pulver-Mengen zu erfahren, die sich in denenjenigen Canonen entzünden, von denen hier die Rede ist; haben wir zu bemerken, daß sie alle von einerley Länge seynd, und daß ihre Kammern in eben der Verhältnis stehen, wie ihre Grundflächen. Wir können dahero also die Grundfläche vor die Kammer substituiren. Ich nehme hier die Grundfläche allezeit in Linien an, um so genauere Verhältnisse zu bekommen. Wir dürfen nur alsobald aus $\frac{q^2}{c^2}$, und aus der Kraft oder Druckung gegen jeden Punct, eine Gleichung formiren; So haben wir dann also zum Exempel, vor das Stuck von 24 ℔. die Gleichung $613 = \frac{q^2}{c^2}$, oder $\sqrt{613} = \frac{q}{3588}$, wenn wir nemlich vor c, die Grundfläche substituiren. Wann wir nun vor die übrigen Stücke, eben solche Gleichungen ausfertigen; Können wir hernach aus denenselben die Ausdruckung der Verhältnis derer entzündeten Pulver-Mengen herleiten. Wir finden also vor das Stuck

von 24 ℔.	—	—	q = 89700.
16 ℔.	—	—	q = 63480.
12 ℔.	—	—	q = 47670.
8 ℔.	—	—	q = 32984.
4 ℔.	—	—	q = 17520.

Woraus dann also nunmehro zu ersehen, daß die Verhältnis derer entzündeten Pulver-Mengen größer ist, als die Verhältnis derer Kammern, und welches dann nunmehro alles dasjenige vollkommen wohl bekräftiget, was wir allbereit angeführet haben. Hieraus folget nun nothwendiger Weise, daß die rechten wahren Längen derer Stücke, keinesweges denen Pulver-Ladungen proportional seynd, derer zufälligen Umstände halben, von denen wir albereit Meldung gethan. Wie groß oder wie lang sie aber eigentlich seyn müssen, das lässet sich meiner Meynung nach, nicht anders als durch die Practik ausfindig machen. Hier will ich dann einigermaßen anzeigen, wie und auf was Art solche Länge bey einem 4℔gen Stücke gefunden werden könne. Zum Exempel:

Zu determiniren, wie lang ein Stuck, in Ansehung einer gewissen Pulver-Ladung, seyn muß.

Man müste sich eines Stucks bedienen, von diesem Caliber, das sehr lang wäre. Man schöße aus demselben unter der Elevation von 45. Graden, und erforschete alsdann, was für eine gleichförmige Geschwindigkeit die Kugel, von dem Pulver, bey diesem Schuße, erhalten haben mögte. Man müste alsdann das Mund-Stück dieses Stuckes, um 2 oder 3 Zolle absägen lassen. Hernach thut man noch einen

Schuß aus demselben, und erforschete abermahlen, was für eine Geschwindigkeit die Kugel, bey diesem Schuße, erhalten hätte. Man lösete solches zum 3ten und 4ten mahle ꝛc. jedoch unter jedesmahliger Verkürzung des Mundstücks. Die gröste Sorgfalt müste man darauf wenden, alle zufällige Umstände darbey zu vermeiden, die merklichen Unterschied, unter denen Schüßen, zu verursachen vermögen, wie z. E. die Erhitzung des Metalls, die zu der Verdünnung derjenigen Luft, mehr oder weniger beyträget, die zwischen denen Pulver-Körnern enthalten; desgleichen die ungleiche Art des Pulver-Lagers in der Kammer, und dessen Zusammenstossen ꝛc. Man hätte alsdann sehr wohl darauf acht zu haben, bey welcher Länge des Stucks die Geschwindigkeit der Kugel, am grösesten gewesen. Es ist gewiß, daß bey diesem Stuck, nicht mehr als nur ein einiger Punct oder nur eine einige Länge vorhanden seyn kan, die dieses Maximum angiebet, und welches gleichsam blindlings und durch oft wiederholte Versuche zu erforschen, sicherer ist, als durch je eine andere Regul oder Vorschrift. Es haben solchenfalls hier allerdings zwo absonderliche Längen statt: Die eine oberhalb, die andere unterhalb diesem Puncte; Welche Längen, Schüsse von gleicher Weite geben. Die Länge oberhalb diesem Puncte, wird statt haben, wann nach völliger Entzündung des Pulvers, die Kugel noch eine gewisse Länge des Mund-

stücks, zu durchlaufen hat, während welcher Zeit, die Geschwindigkeit der Kugel, nachdeme sie am grösten gewesen, wieder schwächer wird und abnimmt, so wohl wegen des Widerstandes der Luft, welche nicht mehr überwältiget oder überwunden wird, als auch wegen der Friction, und vielleicht auch wegen vieler anderer Ursachen mehr, die insgesamt miteinander zu der Schwächung dieser Geschwindigkeit das ihrige beytragen. Diejenige Schuß-Weite, die dieser hier gleich ist, und die geringer ausfällt, als die recht gehörige Schuß-Weite, hat in demjenigen Puncte statt, da, weilen das Stück abgeschnitten worden, sich noch nicht Pulver genug entzündet hat; und alsdann ist die Verhältnis, welche die gegen die Kugel angewandte Gewalt des Pulvers ausdrucket, einerley. Und ein solcher Punct ist dann auch würklich vorhanden: dann, weilen die Kugel, von dem ersten Augenblick der Entzündung an, bis zu dem Augenblick ihrer grösten Geschwindigkeit, eine beständig zunehmende Geschwindigkeit besessen; So hat sie auch nothwendiger weise, alle aufeinander folgende Grade der Gewalt empfunden.

Die Prob-Schüsse und Versuche des Monf. du Mets, zeigen auf keine Weise, ob die Stucke ihre recht gehörige Länge haben.

Die Untersuchung, so wir bisher über die Versuche und Prob-Schüsse des Monf. du Mets, ange-

angestellet haben, zeiget auf keine Weise, ob die Stücke zu lang oder zu kurz seynd. Wir haben einig und allein nur darbey bemerket, daß in denen Canonen von gleicher Länge, die unter einer gewissen beständig gleichen Verhältnis der Schwehre ihrer Kugeln, geladen worden, die Geschwindigkeiten verschiedentlich oder ungleich seynd. Weilen es indessen aber sehr glaubwürdig scheinet, daß weder in dem einem noch in dem andern dieser Stücke, das Pulver sich nicht gänzlich entzündet haben mag; So können wir dahero, mit um so mehrerer Kühnheit, den Schluß machen, daß in denen Stücken von großen Caliber, die Kugel viel eher auf ihr Maximum oder Gröstes der Geschwindigkeit gelanget, als in denen kleinen Stücken.

Die Länge derer Stücke kan aus andern Stücken ihrer Länge, nicht determiniret werden.

Ich sehe nicht ein, daß, wann die Länge des 4pfündigen Stucks determiniret wäre, man aus derselben auch hernach die Länge derer andern Stücke, anzugeben vermöchte. Sie müssen kürzer seyn, in Ansehung des um so mehrern Widerstands. Allein in welcher Verhältnis? Wir müsten, wie allbereit schon gesaget worden, vollkommen wohl informiret seyn, mit was für Heftigkeit das Pulver sich in allen und jeden Calibern entzündet. Die Theorie derer simpeln Lauf-Feuer, lässet sich hieher nicht applici-

pliciren: Denn das Pulver ist in denen Stucken eingeschlossen, und daher erwächset dieset Widerstand der Luft, der zusammt der Schwehre der Kugel und des unentzündeten Pulvers, sich mit einer gewissen Gewalt, der Verdünnung des Pulvers widersetzet, der Entzündung aber indessen nicht entgegen ist. Es ist also in jedem Stuck alles anders. Die beste und leichteste Manier, ihre Längen zu determiniren, wäre also wohl diese, jedes Stucks Länge, auf eben die Art zu erforschen, wie wir bey dem 4lbgen angewiesen. Denn in diesem Fall, die Theorie unmöglich mit gehöriger Schärfe und Gewißheit, sich aller dererjenigen Verhältniße bemächtigen kan, deren sie zu Berechnung einer General-Formul, benöthiget ist. Man könnte leicht zum Zweck gelangen, wann der Widerstand der Luft, die einzige Hindernis wäre, und man aus so viel immer möglich sichern Versuchen, die treibende Kraft des Pulvers wüste, und in welchem Grad, das Pulver, wann es verdünnet ist, mit der Luft im Gleichgewicht stehet. Man hat Ueberzeugung genug, daß das Pulver in seinen Poris oder kleinen hohlen Räumlein, eine über die massen zarte und dicke Luft, in sich schlieset, und folglich die Elasticitäten, mit denen Dichten, in umgekehrter Verhältnis stehen. So bald das Feuer diejenigen kleinen Bänder, gleichsam zu zerreissen anfängt, welche die Federn und Schnell-Kräfte dieser Luft, gebunden hielten; So fähret sie mit ungemei-

ner

ner Heftigkeit in Freyheit, welche Gewalt, von der Hitze, um so viel mehr vergrössert wird. Und von diesen beyden Dingen, dependiret dann auch zu gleicher Zeit die Heftigkeit der Verdünnung.

Wann sich das Pulver entzündet, bekommt die Kugel keineswegs gleich augenblicklich diese äuserste Geschwindigkeit. Sie war in völliger Ruhe, und muß in Wahrheit in einer äuserst kurzen Zeit, durch alle aufeinander folgende Grade der Gewalt, bis auf die gröste Geschwindigkeit, welche die Pulver-Ladung ihr zu geben vermag, hindurch paßiren. Sie fängt von dem ersten Augenblick der Entzündung an, sich in Bewegung zu setzen, und das Pulver, indeme es dieselbe in seiner Verdünnnung und Ausdehnung, beständig fort begleitet, giebet ihr bey jedem Augenblick, einen neuen Grad der Stärke, so lange bis ihr endlich, nachdeme das Pulver eben so sehr als die äusserliche Luft verdünnet ist, gar kein Zuwachs an Stärke mehr zukommen kan. Ein Stuck, wann es wohl proportioniret heisen sollte, (in so fern wir nemlich das Pulver einer äusserst dichten Luft verglichen) müste also so beschaffen seyn, daß, wann die Kugel aus demselben herausfähret, sie keine Verstärkung der Geschwindigkeit mehr bekommen kan, welches einem unendlich langen Stucke zukommen würde, wann die äussere Luft nicht widerstünde. Denn alsdann die Verdünnung und Ausdehnung, sich in

in die Unendlichkeit erstrecken würde. Weilen aber die äussere Luft widerstehet, und dieses mit um so größern Nachdruck, je mit einer grössern Geschwindigkeit dieselbe gestossen wird; So ists augenscheinlich, daß ihr Widerstand, einem Theile der Gewalt des Pulvers contrabalanciret, und solche vernichtet; Da dann hernach der Unterschied dieser Kräfte, nemlich das Uebermaas der Gewalt des Pulvers, über dem Widerstand, diejenige Kraft und Stärke ist, die die Kugel forttreibet, und die durch diejenige Größe ausgedrucket wird, vor welche wir nach unserer Berechnung, $\frac{q^2}{c^2}$ gefunden, jedoch in solcher Maßen, daß die, bey jedem Stuck, durch q ausgedruckten Größen, keineswegs vollkommen wahrhaftig die Verhältnis derer entzündeten Pulver-Mengen ausdrucken, wohl aber die Verhältnis derer gegen die Kugel angewandten Pulver-Kräfte, welche von denen entzündeten Pulver-Mengen und andern Zufällen abhangen, welches damahlen, da wir die Berechnung gemacht, zu erinnern, nicht Zeit war, weilen wir von demjenigen, was hier angemerket worden, nicht unterrichtet waren. Alle diese Znfälle seynd so veränderlich, daß wir gar nichts sicheres supponiren, noch eine Hypothese zu formiren vermögen, auf welche wir uns stützen könten, die rechten Längen derer Stucke anzugeben. Ich meines Orts, nehme

also zu denen Experimenten und Versuchen, meine Zuflucht.

Die Versuche selbst zu bewerkstelligen, müste man ein schönes und helles Wetter erwählen, wann die Luft recht im Mittel stünde, nicht zu heiß, noch zu kalt wäre, massen die Schuß-Weiten, bey kalten Wetter, sich viel weiter erstrecken, weilen die zwischen denen Pulver-Körnern enthaltene Luft, einer stärkern oder schwächern Schnell-Kraft und Ausdehnung vermögend ist, je nachdeme die äussere Luft, mit welcher jene, Gemeinschaft hat, nach verschiedenen Graden verdünnet ist. Diese Unaufmerksamkeit ist Ursache, daß man sich oft in denen Pulver-Maasen betrogen. Ich weiß, daß unter denen Canoniers, ein ganz gemeiner Irthum herrschet, als welche glauben, daß in eben dem Maaß, wie das Stuck sich immer mehr und mehr erhitzet, die Schuß-Weite, durch den Zuwachs der Gewalt, die das Pulver, ihrem Vorgeben nach, dadurch erlanget, gleichfalls immer größer und größer würde. Allein, sie betrügen sich. Und wann man alsdann auch würklich an der Pulver-Ladung abbricht, geschiehet solches aus keiner andern Ursache, als das Metall zu schonen. Man hat zu la Fere Experimente gemacht, welche nicht mehr erlauben, in diese Wahrheit einigen Zweifel zu setzen, und aus denen man klärlich eingesehen, daß ein erhiztes Stuck, seine Kugel bey weiten nicht so weit treibet, als wann es

nicht

nicht erhitzet ist: desgleichen, daß bey heissem Wetter, die Schuß-Weite viel kürzer ist, als die bey kaltem Wetter.

Man lösete einen kleinen Mörser mit einem angegossenen Fuße, und auf 45. Grade pointiret. Die Ladung war 3. Unzen Pulver: Und die Kugel wog 60. livers. Es war auf dem Pulver weder Spiegel noch Vorschlag. Der Versuch oder der Wurf geschahe bey anbrechendem Tage, im Sommer, da die Luft von dem Nacht- oder Morgen-Thau, noch ganz frisch und kühle war. Die Kugel wurde auf 75. Toisen weit hinaus geworffen. Die folgenden Würfe, wurden ohngefehr in eben dem Maas, wie sich der Mörser erhitzete, um 1, 2 und 3 Toisen kürzer. Wegen des Grundes einer Würkung aber, deren Würk-Ursach strittig war, um so sicherer zu seyn, und die Schwürigkeiten dererjenigen Personen zn heben, die wegen ihrer hegenden Vorurtheile, zu glauben bewogen wurden, der am innern Theil des Mörsers anklebende Pulver-Schmutz, könte viel darzu beytragen, daß die Würfe kürzer würden; Ließ man eine große Menge glüender Kohlen in den Mörser hinein thun. Wie nun der Mörser sattsam erhitzet worden war, putzete man ihn sauber aus. Nachdeme nun aber seine Hitze so beschaffen war, daß man sich keines unglücklichen Zufalls darbey zu befürchten hatte, that man auf gleiche Art wieder 3 Unzen Pulver hinein, und eben die nemliche Kugel. Die

Wurfs-

Wurfs-Weite war kürzer als der erste Versuch des Morgens früh, und zwar ohngefehr um 20. Toisen. Man wiederholete diese Probe mehrmahlen. Alle Würfe kamen miteinander überein; Und man schloß einstimmig, die Wärme der Luft schwäche die vom Pulver herstammende Schnell-Kraft, in nicht geringen Grad.

Die Methode, die Länge derer Stucke aus ihren Pulver-Ladungen zu determiniren, ist sehr übel.

Das Pulver hat denn also sehr verschiedene Würkungen, nach Beschaffenheit des Wetters. Hierauf muß man nun nothwendig acht haben, vornehmlich, wann man Proben machen will, die Länge derer Stücke zu determiniren, weilen man einzig und allein nur durch Versuche dahin gelangen kan, ihre recht gehörigen Längen zu erfahren. Ich sage nicht, daß man sich an diejenigen Längen halten soll, die auf gemeldete Art determiniret worden wären. Der Umstand, mit ihnen bequemlich umgehen zu können und wie sie am besten zu gebrauchen, muß gleichsam das End-Urtheil sprechen. Es ist aber von einer unumgänglichen Nothwendigkeit, die recht gehörige Länge eines Stucks zu finden, um hernach dessen rechte Metall-Dicke am Mundstück und in allen übrigen Puncten festzusetzen. Alsdann kan man hernach, so wie es etwann die Bequemlichkeit erfordern mögte, die Länge derer Stucke verkürzen. Das ist hier noch

noch die beste Manier, die man bis anhero vorgetragen hat. Sie ist indessen aber keineswegen natürlich. In Wahrheit, ist es vernünftig, die Länge derer Stücke, aus denen Pulver-Ladungen zu determiniren? Das ist eine sehr böse Methode. Denn man ersiehet, daß, wenn sie Stücke angiebet, deren Länge ihnen gar nicht gebührlich ist, so, daß man sich gezwungen siehet, solche abzukürzen, wenn man sich anders ihrer, mit mehrerer Bequemlichkeit bedienen will, es alsdenn geschiehet, daß sich alles Pulver in denenselben nicht entzündet, vielmehr ein großer Theil desselben verlohren gehet, weilen es zu dem Stuck hinaus gejaget wird, und also zu nichts dienet. Da man indessen aber die Metall-Dicke, nach der Ladung reguliret hat; So wird dieselbe am abgekürzeten Stuck, allzu groß, und verfällt man also durch allzuvieles überflüßiges Metall, wiederum in einen neuen Fehler.

Die bequeme Behandlung des Stucks, muß, was dessen eigentliche Länge anbetrift, gleichsam das End-Urtheil sprechen, hernach muß man erst dessen gehörige Ladung untersuchen oder ausforschen.

Ich finde also nichts bessers übrig, als die Länge eines Stucks blos darnach festzusetzen oder einzurichten, wie es etwan der Vorsatz, solches zu gebrauchen, erfordern mögte. Ein 24lbges Stuck, müste dahero keineswegs so lang

lang seyn, daß es allzu beschwehrlich zu behandlen würde, und dessen Zurucklaufen, dasselbe nicht hinlänglich genug ausser Batterie zu setzen vermögte, um solches bequem wieder laden zu können. Dieses wäre nun dasjenige, worfür man vor allen andern zu erst hauptsächlich sorgen müste. Hernach, suchte man dann erst die Ladung, die diesem Stuck eigentlich gehören mögte, nemlich durch Lösung desselben, mit verschiedentlichen Pulver-Ladungen, da man dann hernach bey derjenigen stehen bliebe, die den weitesten Schuß gegeben hätte. Und gleiches Verfahren, müste nun auch bey jedem Stuck insbesondere, beobachtet werden. Wären nun solchergestalt die Längen und ihre Ladungen determiniret worden, erforschete man gleichermassen auch noch ihre Metall-Dicken, die vor diejenige Gewalt schicklich wären, so sie auszustehen hätten.

Wie und auf was Art die Metall-Dicke am Mundstück zu erfahren.

Die Metall Dicke derer Canonen am Mundstück zu erfahren, haben wir in Erwägung zu ziehen, daß die Metall-Dicke am Bodenstücke, durch die Gewalt des annoch unverdünneten oder unausgedehnten Pulvers, festgesetzet worden, nemlich, da es noch alle Stärke angewandt, sich auszudehnen und zu verdünnen, in eben dem Raume aber annoch zuruckgehalten wurde, den die Pulver-Körner, vor ihrer Entzün-

zündung, vorher eingenommen hatten. Und zu eben der Zeit hatte dann auch die gröste Hitze und deren größeste Dichte statt. Weilen aber alsobald hernach, wenn die Kugel im Begrif stehet herauszufahren, das Pulver sich verdünnet und ausgedehnet, nothwendig auch dessen Hitze hernach um so schwächer worden ist; So braucht auch das Mundstück, keine so starke Metall-Dicke, als das Boden-Stuck. Es fällt gar nicht schwehr, diese Maase oder Verhältnisse zu erfahren, wenn wir uns nemlich der Formul $\frac{Sq^2}{c^2}$ bedienen, und durch dieselbe, die gesammte Gewalt am Boden-Stuck, exprimiren. Substituiren wir cl anstatt S; so bekommen wir $\frac{clq^2}{c^2}$, und $\frac{Rlq^2}{c^2}$ vor die Zersprengungs-Gewalt, und zwar in derjenigen Supposition, die wir der Practik zum Vortheil angesetzet haben. l, exprimiret die Länge der Cylinder-Axe, welche das Pulver im Bodenstück einnimmt, c aber die Capacität oder den Raum-Gehalt dieses Cylinders Die Zersprengungs-Gewalt am Mundstück zu erfahren, wollen wir die Axe des ganzen Stucks, m. l, benennen; So ist alsdann m. c, die ganze Capacität oder ganze hohle Raum-Gehalt des Stucks. Substituiren wir diese Valores, in die General-Formul $\frac{Sq^2}{c^2}$; So finden wir vor die gesammte

Ge-

Gewalt des Stucks, wann die Kugel eben herausfahren will, $\frac{Cmlq}{mc^2}$. Denn hier ist S = Cml. Dessen Zersprengungs-Gewalt, ist also nun $\frac{Rmlq^2}{m^2c^2}$. Vorjetzo nun die Metall-Dicke zu determiniren, müssen wir die beyden Formuln $\frac{Rlq}{c^2}$ und $\frac{Rmlq^2}{m^2c^2}$, die erste durch l, die andere aber durch ml, dividiren, um den Nachdruck gegen einen einigen Circul zu erfahren. In beyden Formuln dürfen wir auch nur alsobald $\frac{q^2}{c^2}$, welches beyden gemeinschaftlich ist, völlig ausstreichen oder weglassen; So reduciren sie sich hernach auf folgende zwey Formuln, R und $\frac{R}{m^2}$. Nunmehro formiren wir folgenden Proportions-Satz: Die Zersprenungs-Gewalt R eines Circuls am Bodenstück, (Das entzündete oder entflammte Pulver, nimmt hier noch bisher keinesweges einen größern Raum ein, als den die Pulver-Körner vorhero eingenommen haben) verhält sich zu der Metall-Dicke $\frac{Ra}{p} = \frac{R}{n}$ (die wir im vorhergehenden determiniret haben); Wie die Zersprengungs-Gewalt $\frac{R}{m^2}$

eines Circuls, (wenn nemlich das entzündete Pulver, nach der ganzen Länge des Stucks, sich ausgedehnet hat) zu derjenigen gebührlichen Metall-Dicke $\frac{Ra}{m^2p} = \frac{R}{m^2n}$, die kaum gemeldeter Zersprengungs-Gewalt zu widerstehen vermag. Und das ist diejenige eigentliche Metall-Dicke, die man dem äussern Ende des Mundstücks, geben muß.

Wie die Metall-Dicke durchs ganze Stuck hindurch zu determiniren.

Fig. 9. Eben so leicht ist es nunmehro auch die Metall-Dicke vor alle übrige Puncte des Stucks, zu determiniren. Wir dürfen hierbey nur dieses bemerken, daß sich die Metall-Dicke des Bodenstücks, $\frac{R}{n}$, die dem kleinen oder kurzen Pulver-Cylinder zustimmet, zu der Metall-Dicke am äussern Theil des Mundstücks, $\frac{R}{m^2n}$, eben so verhält, wie sich 1 zu $\frac{1}{m^2}$ verhält. 1 verhält sich aber zu $m = 1 : ml$, und $\frac{1}{m}$ exprimiret die Verhältnis der Axe l des kleinen Pulver-Cylinders, zu der Axe m.l des ganzen Stucks. Wir ersehen also hieraus, daß, wann wir diejenige Linie verzeichnen wollen, welche die Metall-Dicke vors ganze Stuck

durchaus, angeben soll; wir eine Linie ziehen müssen AE, die der Länge des ganzen Stucks gleich ist. AB, exprimiret alsdann die Länge l der Achse des kleinen Pulver-Cylinders, den die Ladung im Bodenstück formiret. BC, wird dem $\frac{R}{n}$ gleich, und DC lauft mit AB parallel. FE, als die Metall-Stärke am Mundstücke, machen wir dem $\frac{R}{m^2 n}$ gleich, und auf BE, errichten wir Perpendicular-Linien PM, PM &c. welches die Ordinaten einer krummen Linie CF werden, welche so beschaffen seyn muß, daß, weilen $\frac{1}{m}$, die Verhältnis der beständigen unveränderlichen Länge AB, zu denen Abschnitten oder Absciſſen AP, ausdrucket, je und allezeit folgender Proportions-Satz statt habe, nemlich daß $\overline{AP}^2$ $(m^2 l^2)$: $\overline{AB}^2$ (l^2) = BC $\left(\frac{R}{n}\right)$: RM $\left(\frac{R}{m^2 n}\right)$. Benennen wir nun AP mit x, und PM mit y; So bekommen wir folgende Gleichung vor diese krumme Linie: $\frac{1}{n} Rl^2 = x^2 y$; Welches eine Hyperbel zweyten Geschlechts, an welcher AE eine Asymptote ist. So bald nun diese krumme Linie würklich verzeichnet ist; So machen wir AL, dem Radio des Calibers

 gleich,

gleich, und ziehen LN zu AE parallel. Um diese Axe LN lassen wir nun die Fläche ADFE, eine Revolution oder einen völligen Herumlauf vollenden; So beschreibet solchermassen der krummen Linie ihre Asymptote AE, die innere Cylinder-Fläche, die krumme Linie CF aber selbst, die äussere Stuck-Fläche, und zwar so, daß alle Circul des Stucks, von gleich stark vermögenden Widerstand seynd. Die Art und Weise, wie wir hier die Metall-Dicke für das ganze Stuck durchaus, determiniret haben, gereichet der Practik zum Vortheil: Denn wir haben hierbey zum Grund gesetzet, das Pulver wäre allbereit schon in dem Stucke in voller Flamme begriffen, da solches jedoch nicht eher seyn soll, als bis die Kugel im Begrif stehet, herauszufahren. In solcher Beschaffenheit, müssen wir nun weiter untersuchen, wie stark diejenige Gewalt ist, welche die Schwehre des Mundstücks anwendet, das Stuck zu zerreissen, und ob der Widerstand derer Metall-Fäsergen, derjenigen Last proportional ist, die diese Würkung zu vollbringen suchet.

Wie derjenige Nachdruck beschaffen, der das Stuck zur Krümmung und Biegung antreibet.

Das Stuck, wann es auf seinen Zapfen lieget oder ruhet, hat von diesem Ort der Ruhe an, vorn am Mundstück, keine weitere Unterstützung. Die unveränderliche Schwere des Mund-

Mundstücks, die um so viel mehr Stärke und Vermögen hat, vom Stuck abzubrechen, je weiter dessen Mittelpunct der Schwehre vom Lager-Punct oder Ort der Ruhe entfernet ist, suchet also beständig fort, das Stuck krum zu biegen, da indessen die gegenseitige Kraft oder Gewalt, die sich dieser Würkung widersetzet, und nichts anders ist, als der Beugungs-Widerstand derer Metall-Fäsergen, durch die Hitze, die solche Fäsergen immer weicher und geschmeidiger machet, beständig fort abnimmt und schwächer wird. Es kan also nicht anders geschehen, als daß das Stuck sich nothwendiger weise krümmen oder biegen muß. Wann es nun geladen worden, und die Kugel mit gröster Heftigkeit, nach einer geradlinichten Direction, fortgetrieben wird; So thut sie, wenn sie das Stuck nur sehr wenig gebogen oder gekrümmet antrift, weiter nichts, als daß sie solches vermöge ihrer heftigen Friction oder Reibung, nur in etwas ausschleifet, und darbey dem Pulver, wegen des Widerstands den sie leiden muß, nur etwas mehr Zeit zu seiner Entzündung übrig lässet, so daß dasjenige Pulver, welches sich nicht eher völlig entzündet haben würde, als bis die Kugel vorn am Ende der Mündung gewesen wäre, sich zum Exempel, schon in der Zwey-Drittheils-Länge des Stucks in voller Flamme befindet. Hier ersehen wir nun die hauptsächliche Ursache von selbst, warum wir supponiret haben, das Pul-

ver seye je und allezeit in dem Stuck völlig entzündet worden. Endlich aber, wenn noch zum öftern hintereinander geschossen worden, will das um so mehr gekrümmete oder gebogene Stuck, der Kugel kaum den Ausgang mehr erlauben. Ja! sie kan wohl gar vollkommen vest stecken bleiben. Da nun hernach alles Pulver miteinander, seine Gewalt, gegen ein durch seine Ausdehnung und Erweichung seiner Fäsergen, allbereit schon sehr geschwächtes Metall, ausübet; Kan das Stuck gar leichtlich zerspringen.

Wie dieser Mangel zu verbessern.

Das Mittel, mit der Verbesserung dieses Mangels den Anfang zu machen, mögte darinnen bestehen, verschiedene Mischungen von Metallen zu machen, die zum Stuckgiesen pflegen gebrauchet zu werden, von denenselben hernach eben so vielerley Stücke von einerley cörperlichen Gehalt und ähnlicher Figur zu nehmen, solche in Tiegeln, in einerley Schmelz Ofen zu stellen und genau acht zu haben, welche von diesen Mischungen am schwehresten zum Schmelzen zu bringen gewesen. An diese Mischung oder Melange, als die beste, müste man sich hernach halten. Oder, man erhitzete in einerley Ofen und zu einerley Zeit, zwey gleiche Stangen von diesen Metall-Mischungen, und erforschete hernach, welche von beyden Stangen, dem Brechen oder einer gewissen vestgesetzten Ausdeh-

dehnung, am stärksten und längsten widerstünde. Die eingeführte Gewohnheit, so und so viel Theile von jedem Metalle zum Schmelzen und Guß einzusetzen, ist über die massen betrüglich. Es wäre sehr gut, wenn einerley Metall, in allen und jeden Minern oder Erzen, vollkommen gleicher Art wäre, und kan man auch würklich aus 100. Theilen rothen schwedischen Kupfer, und 12. Theilen feinen englischen Zinn, vortrefliche Stucke giesen, welches dann auch diejenige Proportion ist, nach welcher sich gute Stuck-Giesser zu richten pflegen, da indessen dennoch aber, nach eben dieser Proportion derer Metallen, die aus andern Bergwerken gewonnen worden, über die massen schlechte Stucke gegossen werden. Es würde also nicht wenig vorträglich seyn, bey jedem Guß, meinen angegebenen Prob-Versuch zu wiederholen; Denn es an sich schon gewiß ist, daß, weilen die Qualität und Eigenschaft eines Metalls aus verschiedenen Berg-Gruben, sehr ungleich ist, eben diese und die nemliche Proportion bey allen und jeden Mischungen keineswegs so scharf beobachtet werden muß. Es giebt immer bey jeder Art von Metallen, noch eine bessere und schicklichere Mischung, und kan solche schwehrlich anders, als durch vielfältige Versuche, gefunden werden. Bey dem Verhalten solcher Art, zöge man gewißlich allezeit den besten Nutzen aus denen Metallen, welche zum Stuckgiesen angewendet werden sollten. Dieser Untersuchung

ohngeachtet, müste man dennoch hernach noch die nöthigen Metall-Proportiones oder Maase, zu erforschen suchen, um durch solche der Krümmung, se viel immer möglich, vorzubeugen.

Ein Canonen-Stuck, wann es auf seiner Lavetten lieget, ruhet auf seinen Schild-Zapfen, die demselben zur vesten Laage und Unterstützung dienen. Wenn es nun von der Schwehre des Mundstücks zerbrechen soll, so kan dieser Bruch nirgends anders geschehen, als an dem, dem Bodenstück entgegen stehenden äussern Theil des der Axe der Seele parallel genommenen Diameters derer Schild-Zapfen (Das Stuck wird hier horizontal liegend vorausgesetzet) nemlich in demjenigen Plano oder in derjenigen Fläche, welche die Plattebande oder den großen Gurt des mittelsten Zapfen Stucks, von denen Schild-Zapfen absondern würde. Dieser Bruch, ist nun ein Circul und wenn er geschiehet, muß, wenn wir einen Diameter dieses Circuls, dem dem Horizont parallel laufenden Tangenten, perpendiculär supponiren, dieser Diameter der Radius dererjenigen Bögen seyn, welche die Metall-Fäsergen beschreiben, die sich verlängern, und insgesamt in der Krone des Bruchs, begriffen sind. Der unterste äusserste Theil des großen Diameters der Bruch-Krone, ist also solchergestalt ein fixer oder vester Punct, der das Centrum der Bruch-Revolution ist. Und das ist der Punct, der eigentlich für die veste Unterlage oder Stütze, angesehen werden muß.

Wenn

Wenn alle Metall-Fäsergen zugleich und auf einmahl zerrissen; Wär es leicht diejenige Gewalt zu determiniren, die solchen Riß oder Bruch bewürket, massen solche im Augenblick des Gleichgewichts, einer Last gleich seyn würde, die einen verticalen Cylinder zerrisse, dessen Circul der Fläche der Krone gleich wäre, mithin man hernach solchergestalt die Kraft oder Stärke des Widerstandes ermässe und erführe. Eine leichte Probe, würde diese absolute Last, gar bald an den Tag geben, gegen welche ein jedes Metall-Fäsergen, mit aller seiner Stärke widerstehet? Wann aber der Bruch oder Riß, auf einer vesten Unterlage geschiehet, leidet jedes auf dem Revolutions-Radio genommenes Metall-Fäsergen, eine andere Spannung oder Ausdehnung, nach eben der Verhältnis, so wie es vom Unterlags-Punct, näher oder weiter entfernet ist: Mithin thut auch jedes Fäsergen einen andern Widerstand.

Die Schwehre des Mundstücks, ist diejenige Kraft, welche den Bruch zu bewürken suchet, und würket solche hier keinesweges allein durch ihre absolute Schwehre; Es ist vielmehr noch in dem Theile der Axe des Stucks, nemlich, der zwischen der Bruchs-Fläche und dem äussern Ende des Mundstücks enthalten, ein Ort oder Punct vorhanden, in welchen sich alle Schwehre zusammen vereinbahret. Dieser Punct, ist der Mittelpunct der Schwehre. Wir haben also hier zwey Kräfte, die widereinander würken, und alsobald miteinander im Gleichgewicht stehen, wenn sie sich

gegen-

gegeneinander verhalten, wie umgekehrt die Abstände ihrer Mittelpuncte vom gemeinschaftlichen Ort der Ruhe.

Den Mittelpunct der Schwehre des Mundstücks zu finden.

Den Mittelpunct der Schwehre des Mundstücks zu finden, haben wir in Erwegung zu ziehen, von was für einer Figur dieses Mundstück ist. Supponiren wir, es sey diejenige, die ich determiniret habe, und welche durch die Revolution oder durch den Umlauf einer Hyperbel zweyten Geschlechts, formiret worden, und zwar um eine Linie, die mit ihrer Asymptote, parallel lauft, und deren Gleichung ist: $\frac{Rl^2}{n} = x^2y$. Ich benenne denjenigen Theil der Axe, der zwischen dem Boden des Bodenstücks und der Bruchs-Fläche enthalten, mit a. Nun ist allbereit bekannt, daß, wenn man den Mittelpunct der Schwehre eines Cörpers finden will, die Summe derer Momenten, durch die Summe derer Gewichte oder Schwehren, dividiret werden muß. Dieses vorausgesetzet; So ist also der Valor oder Werth von einer derer Kronen des Solidi oder Cörpers $= y^2 + 2Ry$, in so fern wir an statt des grossen Circuls, der veränderlich ist, weniger dem kleinen Circul, der beständig unveränderlich bleibet, das Quadrat ihrer Radiorum, annehmen. Multipliciren wir diesen Valorem oder Werth, durch dx; So haben wir für das Element des Cör-

Cörpers, oder für die Differentielle derer Gewichte oder Schwehren $y^2dx + 2Rydx$. Diese Differentielle, durch $x - a$ multipliciret, giebt: $\overline{x-a} \times y^2dx + 2Rydx$ für die Differentielle derer Momenten. Der Abstand des Mittelpuncts der Schwehre vom Ort oder Punct der Ruhe, ist also:

$$\frac{S.\ \overline{x-a}.\ \overline{y^2dx + 2Rydx}}{S.\ y^2dx + 2Rydx}$$

und die Integrale findet sich, wenn wir für y und y^2, deren aus der Gleichung der krummen Linie genommene Valores substituiren. Weilen nun aber das Mundstück dererjenigen Canonen, deren wir uns zu bedienen pflegen, die Figur eines abgeschnittenen Kegels hat, in so fern wir die Zierrathen bey Seite setzen; So will ich auch diese Theorie an ihnen zu appliciren suchen. Alle Elemente des Mundstücks, seynd nichts anders als Kronen; anstatt aber solche würklich als Kronen anzusehen, wollen wir, um simpelere und deutlichere Ausdrückungen zu erhalten, an ihrer Stelle, diejenigen Circul nehmen, die ihnen gleich seynd, und wollen anbey das ganze Mundstück, so ansehen, als formirte es einen abgeschnittenen Kegel, der ganz und nicht hohl wäre, und dessen Mittelpunct der Schwehre also, mit dem vorigen, einerley ist. Ich nehme im Punct des Bruches, den Ursprung oder Anfang derer x an. Ich nenne den Radium der großen Grund-Fläche dieses Kegels, a, welche Grund-Fläche, die Bruchs-

Fläche

Fläche selbst ist; Den Radium der kleinen Grund-Fläche, die dem äussersten Ende des Mundstücks zustimmet, b; Die ganze Länge oder Höhe des Kegels, aus welchem der abgeschnittene gleichsam formiret worden, L; Die Länge des abgeschnittenen Kegels, l; Den Radium eines gefälligen Circuls zwischen denen beyden Kegel-Grund-Flächen, und zwar, der auf das Ende eines derer x zustimmet, y; So ist alsdann dx, die Dicke eines Elements, an welchem y, Radius ist. Nehmen wir nun die Quadrate derer Radiorum, für die Flächen derer Circul an; So haben wir den Satz: $aa : yy = L^2 : \overline{L - x}^2$. Folglich ist also $y^2 = \frac{\overline{L - x}^2 . a^2}{L^2}$. Die Differentielle derer Gewichte oder Schwehren, ist also: $\frac{\overline{L - x}^2 . aadx}{L^2}$, und $\frac{\overline{L - x}^2 . a^2xdx}{L^2}$ ist die Differentielle derer Momenten. Der Abstand des Mittelpuncts der Schwehre, ist also: $\frac{S. \overline{L - x}^2 . xdx}{S. \overline{L - x}^2 . dx} = \frac{12L^2x - 16Lx^2 + 6x^3}{24L^2 - 24Lx + 8x^2}$. Substituiren wir nun in diese Formul, l, an statt x; So giebt alsdann die absolute Metall-Schwehre des Mundstücks, multipliciret, durch die Integrale

grale $\frac{12L^2l - 16Ll^2 + 6l^3}{24L^2 - 24Ll + 8l^2}$, welche die Länge desjenigen Hebels-Arms bemerket, an dessen äussersten Ende alle Last, sich mit möglichst grösten Vortheil, zusammen vereinbahret, die Ausdruckung derjenigen Kraft an, welche den Bruch zu bewürken oder zu bewerkstelligen suchet.

Diese Formul, ist eine General-Formul für alle abgeschnittene Kegel, ganze Kegel und Cylinder. Bey denen abgeschnittenen Kegeln, lassen wir solche, wie sie hier angegeben ist; Bey denen ganzen Kegeln, haben wir aber zu bemerken, daß, weilen solchenfalls $L = l$, die Formul sich auf $\frac{1}{4}$ reduciret. Was endlich die Cylinder anbelangt, müssen wir für x oder l, 2L substituiren: denn, weilen $a^2 : y^2 = L^2 : \overline{L - x}^2$, wenn $a^2 = y^2$, welches der Fall für den Cylinder ist, so ist $L^2 = L^2 - 2Lx + x^2$, woraus denn folget, daß $2L = x$, mithin nothwendig die ganze Formul, sich auf $\frac{1}{2}$ reduciret.

Den Mittelpunct derer Widerstände zu finden.

Fig. 10. In der Bruchs-Krone, denjenigen Punct zu finden, in welchem alle Widerstände derer Metall-Fäsergen, sich zusammen vereinbahren; Müssen wir uns in Gedanken vorstellen,

len, ein hohler abgeschnittener Kegel ABFG, wär z. E. in einer Mauer eingemauert, und die Axe desselben CD, wäre horizontal; So ist zufolge dieser Lage, die im Punct H, als in dem Mittelpunct der Schwehre dieses Kegels, zusammen vereinbahrete Schwehre, wann sie vorher durch den Abstand CH, multipliciret worden, diejenige Kraft oder Gewalt, welche diesen Kegel in der Mauer-Fläche abzubrechen suchet. Die dieser Gewalt entgegenstehende oder entgegen würkende Kraft, ist nichts anders, als der Widerstand derer Metall-Fäsergen des Kegels. Wann der Kegel, vertical aufgehangen wäre, würden alle und jede Fäsergen gleich stark, ausgedehnet oder angestrenget werden, und in dem Augenblick des Gleichgewichts, der vor dem Zerreissen hergehen müste, wär der Widerstand der Fäsergen, der absoluten Schwehre des Kegels gleich. In unserer vorhabenden horizontalen Lage aber, kan der Punct A, als eine veste Unterlage, oder als das Revolutions-Centrum angesehen werden, welche Revolution, der Circul AIBL machen muß, wann er sich von der Mauer absondert. Da nun AB, der Revolutions-Radius ist, folglich die Fibern oder Metall-Fäsergen in dieser Fläche, nothwendiger weise solche Spannungen leiden, die mit ihren Abständen vom Unterlags-Punct A, in einerley Verhältnis stehen; So thun sie auch nothwendig, ungleiche Widerstände. Dieser Widerstände wegen, findet man verschiedentliche Hypothesen.

potheſen. Verhielten ſie ſich, wie die Spannungen; ſo exprimirete jedes Element des Triangulſ ABM, welches mit dem dem Unterlags-Punct A zuſtimmenden Circul parallel lauft, dieſen Widerſtand, oder, welches einerley, der Abſtand jedes ſolchen Elements vom Unterlags-Punct A, würde ſolchen Widerſtand exprimiren können. Folgeten aber ſolche Widerſtände einem andern Geſetze; ſo wärens ſolchenfalls die Ordinaten einer krummen Linie AO, welche die Widerſtände derer Metall-Fäſergen exprimireten, nothwendig alſo ihre Abſtände vom Unterlags-Puncte, durch die auf dem Revolutions-Radio AB genommene und eben dieſer krummen Linie zuſtimmende Abſciſſen ausgedruckt werden würden. Es iſt nicht nöthig, einer andern Hypotheſi zu folgen, als dieſer letztern: weilen ſie alle andere in ſich begreifet. Die krumme Linie AO reduciret ſich auf eine gerade und mit AB parallel laufende Linie, wenn wir nemlich ſupponiren, ein jedes Metall-Fäſergen thät gleich ſtarken Widerſtand; ſie wird die Hypothenuſa AM eines rechtwinklichten Trianguls AMB im erſten Fall.

Dieſe Widerſtände mögen ſeyn wie ſie wollen; im Diameter des Bruchs-Circuls AB iſt allezeit ein Punct, in welchem ſie ſich insgeſamt vereinbahren, und zwar ein ſolcher Punct, daß, wann eine Krafft, die ihnen insgeſamt gleich wäre, in demſelben angebracht würde, ſolche in demſelben mit möglichſt gröſtem Vor-

 theil

theil ihre Würkung thäte. Diese Krafft, durch den Abstand dieses Widerstands-Puncts vom Unterlags-Punct A multipliciret, ist diejenige Krafft, welche derjenigen entgegen würket, die den Abbruch zu bewürken suchet. Die erste muß also der andern nothwendig gleich seyn, wofern sich anders der Kegel oder Cörper nicht biegen soll. Was vor eine Verhältnis auch immer zwischen dem Widerstand eines Metall-Fäsergen und dessen Ausspannung Statt haben mag; so formiren jedennoch die Wiederstände eine Serie oder Suite, deren Anzahl Terminorum durch die Serie oder arithmetische Progreßion derer Abscissen oder Abstände dieser Fäsergen vom Unterlags-Punct exprimiret wird. Und die Gleichförmigkeit derer Gesetze der Natur ist so beschaffen, daß wir zu urtheilen gezwungen seynd, der Widerstand derer zustimmenden Metall-Fäsergen formire gleichermassen eine Serie oder Progreßion, deren Termini unter sich eine gewisse Verhältnis halten, es sey nun eine beständige oder veränderliche, jedoch von einer gewissen Ordnung, so daß, so bald uns nur einige von denen ersten auf einander folgenden Terminis dieser Progreßion bekandt worden seynd, wir gar leichtlich alle die übrigen anzugeben vermögen. Diese Termini seynd nun solchermassen nichts anders, als die Ordinaten der krummen Linie derer Widerstände, deren Abscissen, die correspondirenden arithmetischen Termini seynd.

Und die Verhältnis des Widerstands jedes Metall-Fäsergens zu seiner Ausspannung, wann sie auf eine allgemeine Art ausgedruckt wird, ist die eigentliche Eigenschafft dieser krummen Linie. Zum Behuf der Practic können wir leichtlich durch oft wiederholte Versuche zu einer hinlänglichen Erkänntnis dieser Widerstände gelangen. Wir müsten deshalben zu erforschen suchen, was vor eine Last oder was vor ein Gewicht nöthig wäre, daß sich durch die Gewalt desselben ein Metall-Fäsergen verlängern müste, zuerst wie 1, hernach wie 2, 3. 4. ꝛc. Nach diesen gefundenen ersten Progreßions-Terminis müsten hernach diejenigen reguliret werden, die uns noch unbekandt wären, und die Progreßion folgends vollständig machten. Zu gleicher Zeit müsten wir dann auch noch untersuchen, wie wir kurz vorher erinnert haben, wie die Verhältnis jeden Widerstands, zu dem ihme zustimmenden arithmetischen Termino beschaffen seyn mögte; so wüsten wir denn zum Exempel, daß ein gefälliges Neuntheilgen, dem auf solche Art modificirten oder gemäßigten n gleich wäre. Dieses arithmetische Neuntheilgen wäre nun hernach nichts anders als die Abscisse x, und der Widerstand nichts anders als die Ordinate y.

Fig. 11. In der Revolutions-Bewegung beschreibt jedes Metall-Fäsergen einen Circul-Bogen, welcher das Maaß der Ausspannung ist. Vergleichen wir nun solches mit demje-

nigen Maaſe, welches wir durch die Verſuchs-Probe gefunden; ſo wiſſen wir alsdenn den Widerſtand, den die Probe darbeut, die Summe derer Widerſtände aller in der Bruchs-Fläche begriffenen Metall-Fäſergen, zu erfahren. Wir haben hierbey dieſes zu bemerken, daß die doppelte Ordinate des Kronen-Circuls, KK, durch die der krummen Linie zugehörige Ordinate PM, multipliciret, nichts anders iſt, als die Ausdruckung der Krafft aller derer dieſer doppelten Ordinate KK zuſtimmenden Metall-Fäſergen, weilen ſie insgeſamt einerley Gewalt oder Vermögen beſitzen: denn wir ſupponiren die doppelte Ordinate KK, dem Tangenten des Circuls am Unterlags-Punct A parallel. Multipliciren wir nun dieſe Gröſſe durch PP, unter der Suppoſition einer neuen Kronen-Ordinate, die der erſtern unendlich nahe iſt; ſo iſt ſolchermaſſen PP die Differenz derer Abſciſſe, und $\overline{PM+KK+PP}$, iſt die Ausdruckung des Widerſtands von jeder Bande Metall-Fäſergen, die KK zur Grundfläche, und PP zur Breite hat. Multipliciren wir endlich dieſe Gröſſe durch den Hebels-Arm PA; ſo erlangen wir ſolchergeſtalt die gäntzliche Ausdruckung derjenigen Krafft, mit welcher jede Bande Metall-Fäſergen, dem gegentheiligen Nachdruck widerſtehet. Die Integrale dieſer Gröſſe exprimiret hernach den geſammten Widerſtand dieſer Krone, nemlich $S.\overline{MP+KK+PP+AP}$.

Ein

Ein Exempel von derjenigen Methode zu geben, welcher man hier folgen muß; will ich supponiren, wie es Monſ. Mariotte gethan hat, die Widerſtände verhielten ſich wie die Ausſpannungen. Der Abſtand ihres Mittelpuncts vom veſten Unterlags-Punct iſt gleich der Summe derer Momenten, dividirt durch die Summe derer Gewichte oder Laſten. Die Widerſtände von jeder Bande Metall-Fäſergen, die wir vor Gewichte oder Laſten anſehen, ſind nichts anders, als das Product aus jeder Bande in ihren Abſtand vom veſten Unterlags-Puncte. Wir erſehen alſo hieraus, daß der Widerſtands-Mittelpunct oder der Mittelpunct der Schwehre, in ſolchem Fall, das Percußions-Centrum oder der Stoß-Mittelpunct der Krone wird.

Fig. 12. Nunmehro auch noch zu determiniren, in welchen Punct er eigentlich einfällt, wollen wir die Krone DH ſupponiren, als balancirete ſie um die Axe AB herum. Ihr Stoß- oder Percußions-Mittelpunct muß alſo in einem gewiſſen Punct G befindlich ſeyn. Wir wollen gleichermaſſen den Stoß- oder Percußions-Mittelpunct des Circuls IL, der um den nemlichen Tangenten AB herum balanciret, in einem gewiſſen Punct E zu ſeyn ſupponiren; ſo iſt dann alſo klar, daß weilen der kleine Circul IL, und die Krone, die beyden Theile des groſen Circuls ſeynd, der Stoß- oder Percußions-Mittelpunct dieſes groſſen Circuls, in ei-

nem gewissen Punct F, zwischen G und E, befindlich seyn muß: denn der Percußions-Mittelpunct einer gefälligen Fläche, ist nothwendig zwischen denen Percußions-Mittelpuncten dieser beyden Theile, und diese drey Centra oder Mittelpuncte stehen in einer solchen Disposition oder Stellung, daß, wenn wir die Krone, als ein dem Punct G applicirtes Gewicht angesehen, mit dem Buchstaben a, den kleinen Circul cul, gleichermassen als ein dem Punct E applicirtes Gewicht angesehen, mit dem Buchstaben b, benennen; die Grössen der Bewegung (Quantitates motus) $\overline{FE+b+ED}$ und $\overline{GF+a+GD}$, alsdann auf beyden Seiten gleich groß seynd. Vermittelst dieser Ausdruckung müssen wir nun die Weite des Percußions-Mittelpuncts der Krone vom Unterlagspuncte, nemlich GD, zu erfahren suchen. Es sey daher also $DE=f$, $DF=g$, und die unbekandte Grösse $DG=z$; so ist alsdann $FE=g-f$, und $GF=z-g$. Substituiren wir diese Valores, in $\overline{FE+b+ED} = \overline{GF+a+DG}$, so kommt $bf+g-f=az+z-g$. Hieraus folgern wir die Gleichung $z^2-gz=\frac{a}{b}+fg-f^2$ und auf die letzte finden wir $z=\frac{g}{2}+\sqrt{\frac{b}{a}+fg-ff+\frac{g^2}{4}}$. Der zweyte Valor von

z,

z, kan hier nicht genutzet werden, weilen er DG geringer angiebet, als DF, da gegentheils diejenige Weite DG, die hier erfordert wird, grösser seyn muß. Vorjetzo haben wir nur noch übrig, in diese Gleichung die Valores von f und g, die wir durch undeterminirte Grössen bemerket haben, zu substituiren. Um f zu erfahren, wollen wir den Radium CL = r; den Radium CD = R, und die Dicke der Krone LD = l supponiren. PM, ist eine Ordinate des kleinen Circuls, welche, in so ferne wir die Abscisse PL, x nennen, $= \sqrt{2rx - x^2}$. Dieses vorausgesetzet; so ist nunmehro zufolge des General-Grundsatzes des Percußions-Mittelpuncts, DE =

$$f = \frac{S.\overline{l + x}^2\, dx \sqrt{2rx - xx}}{S.\overline{l - x}\, dx \sqrt{2rx - xx}}.$$

Vorjetzo müssen wir nun die Integrale dieser Differentielle haben, welche keineswegs exact oder vollständig seyn kan. Wir werden sie finden, wenn wir hier diejenige Methode appliciren, welche im II. Tomo der Analyse démontrée pag. 768. &c. anzutreffen. Vermittelst des gefundenen Valoris von f, haben wir auch den Valorem von g, in so fern wir in Erwegung ziehen, daß im grosen Circul, DL = o wird, i. e. keinen Valorem hat. Endlich gelangen wir zu dem Werth von z, wann wir in des-

desselben Expreßion die Valores von f und g substituiren; so haben wir alsdann

$$z = \frac{5R}{8} + \frac{1}{4}\sqrt{\frac{\overline{R+r}+\overline{4R^2+r^2}}{R^3}+r^2+\frac{25}{4}R^2}$$

Den Calculum selbst, der zu dieser Gleichung leitet, habe ich wegen seiner Länge weggelassen, als der ohnedem hier unnöthig und vergeblicher weise vielen Raum einnehmen würde.

Die auf Gewichte reducirten Widerstände.

Die Versuche, die man gemacht hat, die Widerstände von jeder Bande Metall-Fäsergen der Krone zu erfahren und zwar in Ansehung ihrer Ausspannungen, die in eben der Verhältnis stehen, wie ihre Abstände vom Unterlagspunct, diese Versuche, sage ich, haben Mittel an Hand gegeben, zu erfahren, was vor ein Gewicht mit dem Widerstand von jeder Bande im Gleichgewicht stehet; (wir supponiren, daß der Versuch mit einem auf einen gewissen Grad erhitzten Metalle geschehen sey) mithin ist es also leicht, den Widerstand der Krone auf Gewichte zu reduciren. Ich supponire, das Gewicht K, wäre demselben gleich, und die Schwere des Mundstücks, wär = P. Diese Schwere, und den Widerstand derer Metall-Fäsergen, können wir nunmehro als zwey Kräfte ansehen von denen eine jede, an dem äusern Ende

de derer Arme eines Hebels, der einen Winkelhacken formiret, angebracht wäre, und die zusammen alles ihr Vermögen anwendeten, einander zu überwältigen. P wäre also im Mittelpunct der Schwehre des Mundstücks, R aber, im Mittelpunct des Widerstandes appliciret. Diese beyden Kräfte halten einander aber wirklich das Gleichgewicht, wann ihr Product in ihre Abstände vom Unterlags-Punct einerley ist. Im Gleichgewichts-Stande haben wir also die Gleichung:

$$\frac{5}{8}KR + \frac{1}{4}K\sqrt{\frac{R + r + 4R^2 + r^2 + r^2 + 2\frac{5}{4}R^2}{R^3}} = \frac{12Ll^2 - 16Ll^2 + 6l^3}{24L^2 - 24Ll + 8l^2} + P.$$

Vermittelst dieser Formul fällt es nunmehro gar nicht schwehr, zu erfahren, ob die Metall-Dicke, die man denen Canonen giebet, der Gewalt des Pulvers zu widerstehen, wann das Metall erhitzet ist, auch noch hinlänglich genug ist, dem beständigen Nachdruck der Schwehre des Mundstücks zu resistiren, welche das Stuck krumm zu biegen suchet, und zwar unter einem Vortheil, der immer mehr und mehr durch die Schwächung des Widerstands derer Metall-Fäsergen, die von der Hitze erweichet werden, gröser wird. Alle Buchstaben dieser Formul exprimiren bekandte Grössen. Mithin dürfen wir nur alsobald ihre Valores in Zahlen in

diese Gleichung substituiren. Ist alsdann das Gleichungs Membrum, welches mit dem Wiederstande zustimmet, kleiner, als das andere; so ist solches ein Merkmahl, daß die Dicke des Metalls nicht stark genug sey. Man muß sie alsdann um so viel stärker machen, daß kaum gemeldetes Gleichungs Membrum wenigstens dem andern gleich wird. Die Verstärkung der Metall-Dicke, sie sey so gering als sie wolle, vermehret den Widerstand auf zweyerley Arten: Sie giebt durch die Vergrösserung von R eine grössere Fläche und entfernet auch zu gleicher Zeit den Mittelpunct des Widerstands vom Unterlags-Punct, das ist, sie verlängert den Hebels-Arm, vermittelst welchem der Widerstand agiret. Ueber deme, da sie diesen doppelten Vortheil mit sich führet, vermehret sie die Schwehre des Mundstücks um mehr nicht, als um das Metall, so man noch hinzu thut. Und träget man Sorge darfür, daß dieses hinzukommende Metall so ausgebreitet wird, daß der Abstand des Mittelpuncts der Schwehre des Mundstücks davon nicht grösser wird; so kan man solche gar um etwas geringer machen. Hierauf muß man unumgänglich acht haben, und alles dieses genau aus einander setzen, um solchergestalt der Krümmung derer Stucke vorzukommen, oder wenigstens es so weit zu bringen, daß das Metall der Krümmung um so länger widerstehe.

Die-

Dieses wäre dann also nun ohngefehr der Weeg, deme man folgen müste, die Stücke in Vollkommenheit zu setzen. Man kan aus denen in dieser Memoire abgehandelten Materien von selbst leicht ersehen, daß es kein kleines Werk sey, den Grad der Vollkommenheit zu erreichen. Es ist ganz unnützlich, solchen practisch zu suchen. Die Practic ist zu blind, und wird nimmermehr zuverläßig genaue Valores oder Maase angeben. Es hat auch in der That auf keine Weise das Ansehen, daß man darzu gelangen werde, wenn man anders nicht die Art und Weise, wie das Pulver agiret, und alle übrige zufällige Umstände besser auszuforschen suchet, die aus einer Zusammen-Verbindung verschiedentlicher Ursachen herkommen, welche einem Verstande allezeit verborgen bleiben, den die Theorie nicht aufkläret. Ich sage nicht, daß sie alle Schwürigkeiten aus dem Weg räumete. Nein! ich sage aber, daß sie uns den Weeg zur Wahrheit zeiget, und uns belehret, in unsere Einbildung nicht zu viel Vertrauen zu setzen. Man gewinnet hierinnen Nutzen genug, wenn alle und jede neue Erfindungen nicht so blindlings ohne alle reifliche Ueberlegung und ernstliche Untersuchung alsobald auf und angenommen werden.

Es ist Zeit, eine Schrift zu endigen, die vor einen Versuch oder vor eine Probe so schon zu lang ist. Ich übergehe dahero eine grosse Anzahl

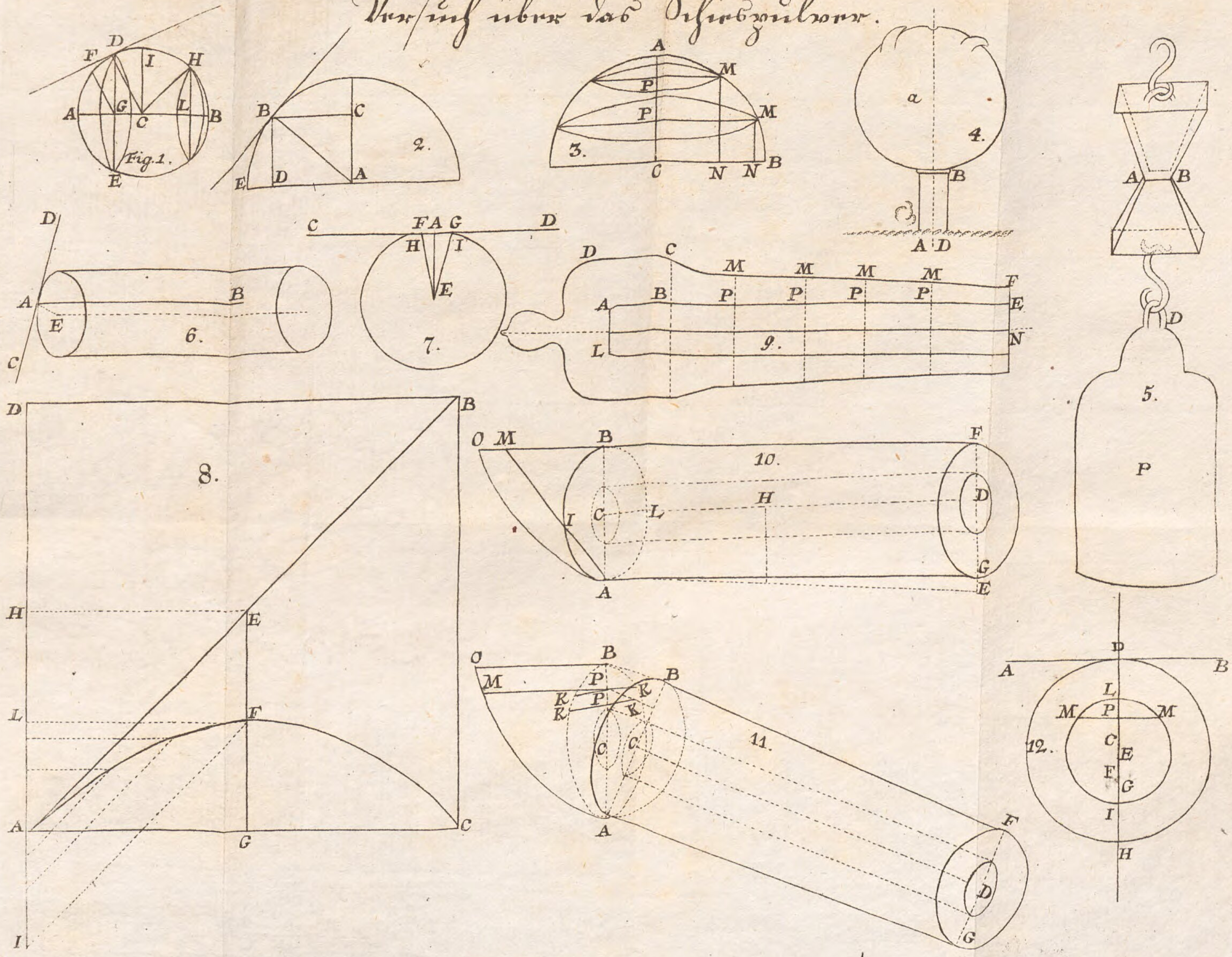
Staatsbibliothek München

zahl Betrachtungen und Anmerkungen, was nehmlich das Geschütz und die Minen anbetrift, die an einem andern Ort ihren Platz finden können, und hier anzuführen unnöthig sind. Ich wünsche, daß mein Gedanke und Einfall, den ich gehabt habe, das Pulver in etwas zu untersuchen, und die Gewisheit, deren man versichert seyn kan, daß nehmlich durch dessen genaue Ausforschung, alles und jedes Geschoß so wohl, als die Attaque derer Festungen, perfectioniret werden könne, viele andere vortrefliche Officiers, welche die Artillerie und Ingenieurs-Schulen herfürbringen, ermuntern möge, ihren Verstand gleichfalls auf diese Seite zu lenken. Ich weiß, daß sich alsobald gar mancherley Meynungen veroffenbahren werden: allein aus diesen Arten von Dispüten entspringen allezeit gute und nützliche Erläuterungen, und viel klärere Einsichten. Es soll mir ganz und gar nicht misfällig seyn, wenn ich zuerst deshalben bestritten werde, wenn nur dem Dienst je einiger Vortheil und Gewinn dadurch zuwächset, und will ich mit vielen Vergnügen diejenigen Erkändtnisse mir zu Nutze zu machen suchen, die ich von andern hierinn erhalten werde.

ENDE.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Versuch über das Schießpulver.



Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bigot de Morogues, Sébastien François,

Versuch aus den Centralkräften die Wirkungen des Schießpulvers zu bestimmen woraus zugleich eine zur Verbesserung der verschiedenen Mü ndungen des Schießgewöhrs dienliche Theorie hergeleitet wird

Nürnberg 1766

App.mil. 96
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10255966-5
VD18 15285146